UNIVERSITATEA TEHNICĂ
DIN CLUJ-NAPOCA

SESIUNEA NAȚIONALĂ DE COMUNICĂRI ȘTIINȚIFICE STUDENȚEȘTI

Ediția a XXII-a

Cluj-Napoca, 17-18 Mai 2024

ISSN 3061 - 6336
ISSN-L 3061 - 6336

Cluj-Napoca, 2024

UNIVERSITATEA TEHNICĂ
DIN CLUJ-NAPOCA

SESIUNEA NAȚIONALĂ DE COMUNICĂRI ȘTIINȚIFICE STUDENȚEȘTI

Ediția a XXII-a

ISSN 3061 - 6336
ISSN-L 3061 - 6336

Cluj-Napoca, 17-18 Mai 2024

Editori:
Conf.dr.ing. Nicoleta COBÎRZAN
Prof.dr.ing. Daniela-Lucia MANEA
Conf.dr.ing. Nicoleta-Maria ILIEȘ
Conf.dr.ing. Gavril HODA

U.T. PRESS
Cluj-Napoca, 2024

Editura U.T.PRESS
Str. Observatorului nr. 34
400775 Cluj-Napoca
Tel.: 0264-401.999
e-mail: utpress@biblio.utcluj.ro
http://biblioteca.utcluj.ro/editura

Toate drepturile și responsabilitățile asupra conținutului lucrărilor publicate aparțin exclusiv autorilor. Se consideră că autorii lucrărilor trimise sunt, în mod implicit, de acord cu publicarea lor. Reproducerea integrală sau parțială a textului sau a ilustrațiilor este posibilă numai cu acordul prealabil al autorilor.

ISSN 3061 - 6336
ISSN-L 3061 - 6336

UNIVERSITATEA TEHNICĂ
DIN CLUJ-NAPOCA

COMITETUL ȘTIINȚIFIC

ABRUDAN Ancuța, UTCN
ACIU Claudiu, UTCN
BADEA Cătălin, UPT
BĂRBĂNȚĂ Dorin, UTCN
BECA Mirela, UTCN
BESOIU Teodora, UTCN
BEU Dorin, UTCN
BOITOR Melania, UTCN
BONDREA Mircea, UTCN
BOTEZ Mircea, UTCN
BURU Marius, UTCN
CADAR Rodica, UTCN
CÂMPIAN Cristina, UTCN
CHIOREAN Cosmin, UTCN
CHIOREAN Vasile, UTCN
CHIRA Nicolae, UTCN
CHIOTAN Corina, UTCB
CIONT Nicolae, UTCN
CIOTLĂUȘ Mădălina, UTCN
CIPLEA Sorina, UTCN
CIUGUDEAN Călin, UTCN
CLITAN Andrei, UTCN
COBÎRZAN Nicoleta, UTCN
CONSTANTINESCU Horia, UTCN
CONȚIU Mircea, UNITBv
CRIȘAN Minerva, APDP
CUCU Liviu, UTCN
DANCIU Alexandra, UTCN
DÂRMON Ruxandra, UTCN
DOMNIȚA Florin, UTCN
DRAGOMIR Mihai, UTCN
DRĂGHICI Gabriela, UOC
DUMITRAN Mihaela, UTCN
DURGHEU Anca-Maroa, UORADEA
FAUR Andrei, UTCN
FĂRCAȘ Vasile, UTCN
FENEȘAN Crina, UTCN
FILIP Cosmin, UOC
GÂLGĂU Raluca, UTCN
GHERMAN Oana, UTCN
GOBESZ Zsongor, UTCN
GUȚIU Ștefan, UTCN
HODA Gavril, UTCN
HOȚUPAN Anca, UTCN
IERNUȚAN Răzvan, UTCN
ILIEȘ Nicoleta, UTCN
ILUȚIU-VARRVARA Dana, UTCN
ISOPESCU Dorina, TUIASI
IȘTOAN Raluca, UTCN
JUMATE Elena, UTCN
MANEA Daniela, UTCN
MARUSCEAC Vladimir, UTCN
MARTON Bianca, UTCN
MATHE Aliz, UTCN
MÂRZA Carmen, UTCN
MIRCEA Călin, UTCN
MOGA Ligia, UTCN
MOJOLIC Cristian, UTCN
MOLDOVAN Dumitru, UTCN
MOLDOVAN Ioana, UTCN
MOLDOVAN Paul, UTCN
MOLDOVAN Raluca, UTCN
MUNTEANU Radu, UNITBv
NAGY Zsolt, UTCN
NAȘ Sanda, UTCN
NEDELCU Mihai, UTCN
NERIȘANU Raluca, UTCN
NUȚIU Carmen, UTCN
OLAR Radu, UTCN
ORBAN Zsold, UTCN
PLEȘA Luminița, UTCN
PETRINA Tudor, UTCN
POP Maria, UTCN
POP Octavian, UTCN
POPA Anca, UTCN
PRODAN Ovidiu, UTCN
PUSKAS Attila, UTCN
RĂDULESCU Adrian, UTCN
ROMAN Nicoleta, UTCN
RUS Tania, UTCN
SESTRAȘ Paul, UTCN
SUCALĂ Dorina, UTCN
ȘOIMOȘAN Teodora, UTCN
ȘOSA Pavel Ionuț, UTCN
ȘTEFAN Lucian, UTCN
STANCA Simona, UTCN
SUCIU Mircea, UTCN
TĂMAȘ-GAVREA Roxana, UTCN
TOADER Nicu, UTCN
VEREȘ Ioel, UTCN

UNIVERSITATEA TEHNICĂ
DIN CLUJ-NAPOCA

COMITETUL DE ORGANIZARE

Conf.dr.ing. Nicoleta COBÎRZAN
Prof. dr.ing. Daniela- Lucia MANEA
Conf.dr.ing. Nicoleta-Maria ILIEȘ
Conf.dr.ing. Gavril HODA
Conf.dr.ing. Sanda NAȘ
Șef l.dr.ing. Mădălina CIOTLĂUȘ
Conf. dr.ing. Ciprian BACOȚIU

Stud. Horațiu DULF
Stud. Diana DERSIDAN
Stud. Raluca BARA
Ing. Bianca CIARNĂU
Ing. Alina VINCZELLER

Ing. Marius LUPOU
Sorina GEORGIU

Toate drepturile și responsabilitățile asupra conținutului lucrărilor publicate aparțin exclusiv autorilor. Se consideră că autorii lucrărilor trimise sunt, în mod implicit, de acord cu publicarea lor. Reproducerea integrală sau parțială a textului sau a ilustrațiilor este posibilă numai cu acordul prealabil al autorilor.

CUPRINS

Comisia 1

MODALITĂȚI INOVATIVE DE REUTILIZARE A DEȘEURILOR DE OUĂ ȘI COJI DE BANANE..... 2
Bocșa Alexandra Loredana, Buzaș Teodora Maria, Bizău Michele Catalin

TEHNOLOGII INOVATIVE ÎN DOMENIUL CONSTRUCȚIILOR CIVILE..... 11
Blaga Sofia-Maria, Bojor Florin Ilie, Brătean Irina Alexandra

APLICAȚIE PENTRU CALCULUL CARACTERISTICILOR GEOMETRICE A SECȚIUNILOR PLANE.... 18
Boldor Ioana Maria, Buiga Elena

LEMNUL TRANSPARENT-MATERIAL AL VIITORULUI..... 26
Curea Elisaveta-Laura, Andreș Victoria-Loredana, Băncilă Ana-Maria

EFICIENȚA ARMĂTURII DE FIBRE TEXTILE ÎN MORTAR 34
Croitoriu Stefania, Costea Antonia

UTILIZAREA DEȘEURILOR SOLIDE ȘI A MATERIALELOR RECICLABLE ÎN COMPOZIȚIA BETONULUI CU ARMĂTURĂ DISPERSĂ..... 40
Filipescu Roxana - Elena, Parnea Nicolas - Filip, Grigore Laurențiu

ANALIZA PRINCIPALELOR RISCURI FINANCIARE ÎNTR-O FIRMĂ DE CONSTRUCȚII..... 48
Handrea Alessia-Catrina, Grec Andreea Maria, Marița Giulia Dana Mara

INOVAREA MORTARELOR DECORATIVE PRIN ADĂUGAREA STICLEI RECICLATE: O ABORDARE AVANTAJOASĂ ÎN INDUSTRIA CONSTRUCȚIILOR..... 56
Hiticaș Alessia – Maria, Berciu Marius - Adrian

CASA MAGNE-LEVITABILĂ..... 64
Irimiea Bianca, Marița Alessia, Veres Szilvia

DEZVOLTAREA DE NOI MATERIALE TERMOIZOLATOARE PRIN REUTILIZAREA ȘI RECICLAREA FILTRELOR DE ȚIGĂRI..... 70
Irimie Alexia-Paula, Pop Teodora-Alexandra

CLĂDIRI REZISTENTE LA CUTREMUR..... 79
Jakab Kata, Gal Jesica Claudia

STUDII PRIVIND UTILIZAREA DEȘEURILOR DE CAFEA ÎN COMPOZIȚIA UNOR BETOANE 87
Lucaci Teodora, Oprea Horațiu

CERCETĂRI ASUPRA UTILIZĂRII MICELIULUI ȘI RUMEGUȘULUI ÎN FABRICAREA CĂRĂMIZILOR BIODEGRADABILE..... 95
Osman Melicuț-Ștefan, Stoica Ionel

REUTILIZAREA DEȘEURILOR DIN INDUSTRIA METALURGICĂ ÎN REALIZAREA BETOANELOR..... 104
Peter Timea-Lavinia, Pop Minola-Ioana

INFLUENȚA RIGIDITĂȚII CONEXIUNII STÂLP-STÂLP ASUPRA DEPLASĂRII RELATIVE DE NIVEL ÎN CAZUL UNEI STRUCTURI SUPRAETAJATE..... 112
Pînzaru Eduard

BITUM FOSFORESCENT..... 120
Voina Bogdan-Ioan, Vancea Luca-Vasile

Comisia 2

EXPLORAREA POTENȚIALULUI DIFERITELOR TIPURI DE POMPE DE CĂLDURĂ INTEGRATE ÎN HUB-URILE ENERGETICE: ANALIZA FEZABILITĂȚII ȘI EFICIENȚEI..... 128
Dumitrescu Mara, Todoran Claudia

CERCETĂRI PRIVIND DETERMINAREA CONDUCTIVITĂȚII ELECTRICE PENTRU DIFERITE EŞANTIOANE DE APE POTABILE..... 136
Godici Florin-Andrei, Tarța Amelin-Alexandru

CERCETĂRI PRIVIND DETERMINAREA DURITĂȚII CALCIULUI PENTRU DIFERITE EȘANTIOANE DE APE POTABILE..... 144
Năstase Șerban, Timbuș Ionuț-Flaviu

EVALUAREA EFICIENTEI ENERGETICE PENTRU UN SISTEM DE ILUMINAT AFERENT UNEI SALI DE SPECTACOL..... 150
Păușan Teodor, Cacior Vasile

EVALUAREA SISTEMULUI DE ILUMINAT AL FACULTĂȚII DE INGINERIE A INSTALAȚIILOR DIN CLUJ-NAPOCA..... 157
Póka Jácint Tivadar, Potra Ionel- Cosmin

CERCETĂRI PRIVIND DETERMINAREA DURITĂȚII TOTALE PENTRU DIFERITE EȘANTIOANE DE APE POTABILE..... 164
Tarța Amelin-Alexandru, Godici Florin-Andrei

CERCETĂRI PRIVIND DETERMINAREA DURITĂȚII MAGNEZIULUI PENTRU DIFERITE EȘANTIOANE DE APE POTABILE..... 170
Timbuș Ionuț-Flaviu, Năstase Șerban

STUDII PRIVIND PROPRIETĂȚILE OȚELURILOR INOXIDABILE CU APLICABILITATE ÎN DOMENIUL INGINERIEI INSTALAȚIILOR..... 178
Timbuș Ionuț-Flaviu, Năstase Șerban, Godici Florin-Andrei, Tarța Alexandru-Amelin

STUDIU PRIVIND MONTAREA UNUI SISTEM FOTOVOLTAIC PE CLADIREA FACULTATII DE INGINERIE A INSTALATIILOR..... 186
Velțan Mihai-Sebastian, Neag Alexandru, Szabó Lehel

Comisia 3

OPTIMIZAREA ACCESIBILITĂȚII ARIILOR URBANE: IMPLEMENTAREA DE NOI INTERSECȚII DE AUTOSTRADĂ..... 194
Bandulă Diana, Jurje Georgiana Larisa

DETERMINAREA CAPACITĂȚII ABSORBȚIEI DE ENERGIE A TORCRETULUI ARMAT CU FIBRE DE POLIETILENĂ ÎN CAZUL TORCRETĂRII UNUI TUNEL..... 202
Borsoszki Florena, Dragus Andrei, Dragus Lucian, Sannicov Vladislav

EFICIENTIZAREA PROCESULUI DE TRATARE PRIN RETEHNOLOGIZAREA STAP PALAS CONSTANȚA 210
Ciucă Bianca-Elena, Geafar Ines

PAMANTURI SENSIBILE LA UMEZIRE..... 219
Ciurea Andreea

STUDIU COMPARATIV AL COMPORTARII PODURILOR DE TIP NETWORK ARCH..... 227
Fanea Alex, Donea Sorina

ANALIZA TEHNICO-ECONOMICĂ A SOLUȚIILOR SISTEMELOR RUTIERE PENTRU DRUMURI..... 235
Geafar Ines

ANALIZA MODELĂRII HIDRAULICE PENTRU O REȚEA DE ALIMENTARE CU APĂ..... 246
Geafar Ines

IMPLEMENTAREA UNUI SISTEM DE IRIGAȚII CU FUNCȚIONARE AUTOMATĂ ÎNTR-O AMENAJARE ARHITECTURALĂ PEISAGISTICĂ DIN ORAȘUL CERNAVODĂ, JUD. CONSTANȚA..... 254
Ion Alexandru Vlăduț

DESPRE COMPORTAREA LOESSURILOR LA SOLICITĂRI MECANICE. TASAREA PRIN POANSONARE..... 262
Mănescu Diana-Caterina, Gurău Ianis-Laurențiu

UTILIZAREA DRONELOR ÎN CONSTRUCȚII..... 270
Măstăcan R., Nica D., Romanciuc D., Șoroagă B.

SISTEME DE ANCORAJE ÎN TEREN PENTRU LUCRĂRI DE DRUMURI..... 276
Știr Emilia-Alina

PERSPECTIVE HIDRAULICE ÎN PROIECTAREA SCĂRILOR DE PEȘTI..... 282
Țicală Andreea - Diana

Comisia 4

ACTIVITATEA TOPO-GEODEZICĂ DESFĂȘURATĂ ÎN EXPLOATĂRILE MINIERE DE SUPRAFAȚĂ. STUDIU DE CAZ: ȚARA SECAȘELOR ȘI MĂRGINIMEA SIBIULUI 292
Alexe Răzvan-Gabriel

ASPECTE PRIVIND INFLUENȚA TEHNICILOR TOPOGRAFICE LA OPTIMIZAREA LUCRĂRILOR DE INFRASTRUCTURĂ PRIN INTEGRAREA SISTEMELOR GNSS PE ECHIPAMENTE..... 300
Bachman Astrid-Andreea, Giurgi Mirela Diana

COMPARAȚIE ÎNTRE APARATURA GNSS ȘI STAȚIA TOTALĂ ÎN TRASAREA REȚELELOR EDILITARE DE CANALIZARE..... 309
Bob Patrick Gabriel

ÎNTOCMIREA UNEI DOCUMENTAȚII DE DEZMEMBRARE ÎN CADRUL LUCRĂRILOR DE AMENAJARE PENTRU UN CARTIER DE LOCUINȚE ÎN LOCALITATEA CULCEA, COMUNA SĂCĂLĂȘENI, JUDEȚUL MARAMUREȘ..... 315
Bohotici Alin

CONSIDERAȚII PRIVIND MONITORIZAREA LUCRĂRILOR DE EXPLORĂRI GEOLOGICE PRIN APLICAREA TEHNOLOGIILOR TOPOGRAFICE ȘI GEODEZICE..... 323
Buta Teodora Eveline

STUDIUL PRIVIND DETERMINAREA PRECIZIILOR DE MĂSURARE, UTILIZÂND TEHNOLOGIILE TOPO-GEODEZICE ASUPRA REȚELELOR DE RIDICARE..... 333
Candale Gabriela, Fuia Ionuț, Szeremi Cristian, Titieni Liviu

ÎNTOCMIREA PLANULUI TOPOGRAFIC NECESAR REALIZĂRII UNUI PROIECT DE REABILITARE... 341
Cristescu Alexandru

CONSIDERAȚII PRIVIND REALIZAREA PLANULUI DE SITUAȚIE A STRĂZII CEAHLĂU PRIN INTERMEDIUL TEHNOLOGIEI U.A.V..... 347
Curea Arsinica Maria, Somesan Darius, Cordos Andreea Cristina

TRASAREA UNUI SPAȚIU COMERCIAL CU RISC DE INUNDABILITATE IN ZONA LIMITROFĂ A RÂULUI SOMEȘ DIN LOCALITATEA DEJ..... 355
Grec Andreea Loredana

REALIZAREA CADASTRULUI SISTEMATIC IN INTRAVILANUL SAT SEBESUL DE SUS, COM.RACOVITA.......... 363
Larionesi Vlad

STUDIUL PROBLEMELOR APARUTE ÎN CADRUL TRASĂRII ELEMENTELOR PRINCIPALE ÎN EDIFICAREA UNEI CONSTRUCȚII REZIDENȚIALE..... 368
Martin Stefan-Cristian, Sotelecan Razvan, Cubar Stefan

FOLOSIREA SCANĂRII LASER TERESTRE PENTRU EVALUAREA CALITĂȚII DRUMURILOR FORESTIERE 376
Miclescu Sorina-Mihaela

EVALUAREA STATISTICĂ A ERORILOR DE MĂSURARE IN DETERMINĂRI SATELITARE..... 384
Nacu Maria-Anastasia

MODELAREA ȘI ANALIZA TRIDIMENSIONALĂ A TERENULUI FOLOSIND DIFERITE METODE DE CULEGERE A DATELOR..... 392
Ungur Denisa

Comisia 5

ANALIZA LA COLAPS PROGRESIV A UNUI CADRU PLAN DIN BETON ARMAT..... 402
Bogdan Ximena

INOVARE ÎN CONSTRUCȚII: EXPLORAREA NOILOR METODE ȘI TEHNOLOGII PENTRU CLĂDIRILE VIITORULUI .....
Butaș Madalina, Boldiș Ionela 410

STUDIU COMPARATIV ÎNTRE ANALIZA STRUCTURALĂ ȘI ÎNCERCĂRI EXPERIMENTALE ÎN CAZUL UNEI MACHETE DIN LEMN DE BALSA SUPUSE LA SEISM..... 416
Bologa Bianca, Bosi Paula-Cristina, Halip Simona

STUDIU COMPARATIV ÎNTRE CALCULUL ANALITIC CONFORM SR -EN 1993-1-8 ȘI CALCULUL PRIN PROGRAMUL IDEA STATICA AL UNEI ÎMBINĂRI ARTICULATE..... 425
Constantinescu Andreea

STUDIU PRIVIND PROTECȚIA LA FOC A UNEI CONSOLIDĂRI METALICE..... 433
Constantinescu Andreea

APLICAREA METODEI DIFERENȚELOR FINITE ÎN REZOLVAREA PLĂCILOR PLANE 441
Craciun Raluca, Isip Aurel, Deac Maria

ANTREPRENORIAT STUDENȚESC ÎN ARHITECTURĂ 449
Dan Diana

DIRECȚII ESTETICE ÎN SUSTENABILITATE PENTRU COMUNITĂȚI RESTRÂNSE ȘI, PUNCTUAL, ÎN MEDIUL URBAN 455
Dan Diana

MATERIALE INOVATOARE: EXPLORÂND PROPRIETĂȚILE BETONULUI CU SCOICI ÎN COMPOZIȚIE 461
Dall'ara Maria Letizia, Cucu Maria, David Alexandra

CE INFLUENȚĂ ARE GOLUL CASEI SCĂRII ASUPRA COMPORTĂRII UNEI STRUCTURI? 475
Grecu Andreea-Cosmina, Corcheș Irina

ANALIZA SOLUȚIILOR ȘI EFICIENTIZAREA UNEI CLĂDIRI CIVILE P+1E 483
Iurceac Alexandra, Nemțeanu Emilia-Elena

THE WILLOW: CONCEPTUL ARHITECTURAL ȘI SUSTENABIL AL UNUI TURN CU STRUCTURĂ REZISTENTĂ SEISMIC 491
Matei Dragos, Popa Nicoleta, Rusu Mădălina

OPTIMIZAREA MODELULUI PRIN ANALIZĂ STRUCTURALĂ ITERATIVA: REZULTATE ȘI IMPLICAȚII 496
Mitu Andrei, Mitea Victor George, Havrstiuc David

RETETA UNUI SUCCES. BETONUL DIN ROMA ANTICA 504
Muresan Alexia Diana

STUDIU DE CAZ PRIVIND ÎMBUNĂTĂȚIREA PERFORMANȚEI ȘI REZILIENȚEI SEISMICE STRUCTURALE PRIN ANALIZA PUSHOVER 509
M'Vondo Béni-Bob

STRUCTURI PENTRU ȘARPANTE ALCĂTUITE DIN ARCE DIN LEMN STRATIFICAT 520
Pop Mirela

STUDIU PRIVIND OBȚINEREA NIVELULUI DE PERFORMANȚĂ NZEB LA O CLADIRE INDIVIDUALĂ DE LOCUIT. OPTIMIZAREA APORTURILOR SOLARE GRATUITE .....
Negruțer Andreia, Olariu Alexandra Adnana 528

CASE SUBTERANE 546
Porcos Delia-Ioana, Asoltanei Stefania, Apostu Simona

PROPORȚIILE. REGULILE SCRISE ALE NATURII 554
Sălăgean Antonia, Matiș Andreia Ioana

Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca
Facultatea de Construcții

Sesiunea Națională de Comunicări Științifice Studențești, ediția XXII-a
Cluj-Napoca, 17-18 MAI 2024

Comisia 1

INGINERIE CIVILĂ (IC)

INGINERIE ȘI MANAGEMENT (IMC)

1. Conf. dr. ing. Claudiu ACIU – președinte
2. Conf. dr. ing. Sorina CIPLEA
3. Șef l. dr. ing. Nicu Traian TOADER
4. Șef l. dr. ing. Tudor PETRINA
5. Asist. dr. ing. Simona STANCA

6. Student Denisa NISTOR - II IC
7. Student Silvia PLES - III IMC

Membri supleanți:

1. Șef l. dr.ing. Gabriel URIAN
2. Asist. dr. ing. Dumitru MOLDOVAN

MODALITĂȚI INOVATIVE DE REUTILIZARE A DEȘEURILOR DE OUĂ ȘI COJI DE BANANE

Autori
Alexandra-Loredana BOCȘA[1*], Teodora-Maria BUZAȘ[2], Michele Cătălin BIZĂU[3]
[1] *Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca bocsaalexandra26@gmail.com(autorul corespondent)*
[2] *Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, teodora.buzas@yahoo.com*
[3] *Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca catalin.bizau1109@gmail.com*

Îndrumător
Șef Lucrări Dr. Ing. Luminița PLEȘA
Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, luminita.molnar@ccm.utcluj.ro

REZUMAT: *Unele dintre cele mai mari probleme cu care ne confruntăm în prezent pe plan mondial sunt deșeurile care nu pot fi reciclate sau care nu sunt reciclate corect, și emisiile foarte mari de dioxid de carbon. Putem observa în diferite studii făcute în această direcție că o bună parte din aceste emisii de CO_2 sunt produse la fabricarea cimentului, cunoscându-se faptul că pentru fiecare tonă de ciment fabricat producându-se o cantitate egală de emisii de CO_2. Astfel, în încercarea de reducere a acestor emisii care dăunează planetei, lucrarea de față își propune înlocuirea la fabricarea mortarelor de zidărie în anumite procente a cimentului cu praf din coji de ouă și analizarea impactului acestor tipuri de deșeurilor menajere asupra proprietăților fizico-mecanice ale noilor materiale propuse. Unul dintre obiectivele principale ale lucrării reprezintă reducerea deșeurilor menajere sub formă de coji de ouă în realizarea unor noi tipuri de materiale de construcții, care deseori ajung să fie aruncate necorespunzător și astfel să nu fie reciclate. Având în vedere aceeași problemă a deșeurilor menajere această lucrare își mai propune și să testeze efectele cojilor de banană folosite sub formă de pudră ca aditiv în crearea mortarelor și beneficiile pe care acestea le pot aduce proprietăților fizico-mecanice.*

Cuvinte cheie: reciclare, deșeuri menajere, reducerea poluării, ouă, banane

1. Introducere

Mortarul este un material de construcție des întâlnit în șantier. Maleabilitatea sa la punerea în opera în regim manual îl face potrivit pentru lucrări de tipul tencuielilor. Prima și cea mai comuna utilitate a mortarului este tencuirea pereților. La fel de des utilizat este și pentru îmbinarea cărămizilor de diferite forme sau consistențe pentru ridicarea unui perete.[1]
Una dintre problemele cu care se confruntă societatea în prezent sunt emisiile foarte mari de dioxid de carbon(37,4 miliarde de tone în 2023)[2] dintre care 1,6 miliarde de tone sunt produse în urma procesului de fabricare a cimentului Portland, unul dintre cele mai folosite materiale în domeniul construcțiilor. Emisiile de CO_2 din producția de ciment au crescut masiv din anii 1960 (157 Mt) și s-au dublat de la începutul secolului (721 Mt) ajungând în prezent la 1,6 miliarde de tone metrice(rămânând aproape constantă în ultimii 5 ani)[3].
O altă problemă gravă de care ne lovim la nivel mondial sunt deșeurile care nu sunt separate corespunzător astfel ajungând amestecate la groapa de gunoi. Datorită acestei amestecări dintre deșeurile menajere și cele de plastic, metal sau sticlă reciclarea acestor deșeuri devine imposibilă.
Dezvoltarea materialelor noi, prietenoase cu mediul (environmentally friendly), ar trebui, deci, să fie o preocupare permanentă a cercetătorilor din domeniu; de asemenea, conceperea de soluții sustenabile care să permită reciclarea și valorificarea deșeurilor ca materie primă pentru obținerea de noi materiale / produse pentru construcții. În acest mod, pot fi salvate resursele natural neregenerabile. Ținând seama de această necesitate la nivel național, cât și global, am considerat că exista o oportunitate în zona cercetării, pentru a veni in sprijinul celor care caută

soluții pentru îndeplinirea indicatorilor trasați de directiva mai sus amintită, de reciclare și valorificare a deșeurilor.[4]
Această lucrare își propune reducerea emisiilor globale de CO_2 provenite din fabricarea cimentului care s-au ridicat la c prin înlocuirea unor anumite procente din ciment cu praf obținut prin uscarea și măcinarea unor deșeuri menajere, în acest caz coji de ou și de banane.

2. MATERIALE ȘI METODE

2.1 Materiale

- CIMENT
  S-a utilizat ciment Portland CEM I, 52,5 R de la ROMCIM având următoarea compoziție:95-100% clincher Portland și 0-5% component minor(calcar)[5].
- NISIP
  S-a utilizat nisip de râu cu o granulozitate de 0-4mm. Înainte de utilizare nisipul a fost spălat pentru a se îndepărta impuritățile iar apoi a fost uscat pana la o masă constantă.
- DEȘEURI DIN COJI DE OUĂ
  Deșeurile din coji de ouă au fost uscate și apoi mărunțite până la o granulozitate de 0,063mm(aceiași cu cea a cimentului) pentru a putea fii folosite ca înlocuitor al cimentului în procente de 5%, 10% și 15%. Aceste deșeuri au fost procurate din surse locale provenind de la mai multe locuințe din Cluj-Napoca
- DEȘEURI DIN COJI DE BANANĂ
  Deșeurile din coji de banană au fost uscate și apoi mărunțite până la o granulozitate de 0,063mm(aceiași cu cea a cimentului) pentru a putea fii folosite ca înlocuitor al cimentului în procente de 0,6%, 0,8% și 1%. Aceste deșeuri au fost procurate din surse locale provenind de la mai multe locuințe din Cluj-Napoca
- APĂ
  S-a folosit apă potabilă provenind de la sursa de apă din Cluj-Napoca

2.2 Rețete de mortar propuse

Programul experimental a presupus realizarea mai multor rețele de mortare în care cimentul a fost înlocuit cu deșeuri de coji de ou si banane in diferite procente conform tabelului de mai jos:
Tabelul 1. Compoziție rețete de mortar utilizate

Materiale componente	**Cantitatea pentru 1 m^3 [kg]**						
	Rețeta standard	**Rețeta I**	**Rețeta II**	**Rețeta III**	**Rețeta BI**	**Rețeta BII**	**Rețeta BIII**
Ciment	323	306,85	290,8	274,55	321,07	320,42	319,77
Nisip	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600
Coji de ouă	0	16,15	32,2	48,45	0	0	0
Coji de banană	0	0	0	0	1,93	2,58	3,23



Figura 1. Praf din coji de ouă



Figura 2. Praf din coji de banana

2.3 Rețete studiate

- Rețeta de mortar standard- fără deșeuri adăugate
- Rețeta I- din ciment a fost înlocuit cu 5% cu praf din coji de ouă
- Rețeta II- din ciment a fost înlocuit cu 10% cu praf din coji de ouă
- Rețeta III- din ciment a fost înlocuit cu 15% cu praf din coji de ouă
- Rețeta BI- din ciment a fost înlocuit cu 0,6% cu praf din coji de banană
- Rețeta BII- din ciment a fost înlocuit cu 0,8% cu praf din coji de banană
- Rețeta BIII- din ciment a fost înlocuit cu 1% cu praf din coji de banană

2.4 Modul de preparare

In vederea utilizării deșeurilor de coji de ouă si banane acestea prevalate, uscate și mărunțite. Am mărunțit cojile de ouă și de banană cu ajutorul unei râșnițe electrice dar și cu ajutorul mojarului cu pistil. Iar pentru prepararea mortarelor propuse în stare proaspătă s-a utilizat malaxorul.

2.5 Metode utilizate

- **Determinări ale caracteristicilor mortarelor în stare proaspătă**

-Densitate aparentă

După omogenizarea mortarului supus determinării acesta este introdus în vasul cilindric cu volum cunoscut V=1 litru si masă cunoscută "m_v" pe care s-a fixat rama prelungitoare. Vasul se umple cu mortar până la jumătatea ramei. mortarul se compactează în funcție de consistența lui după cum urmează:

-pentru consistențe mai mici de 6 cm se lovește vasul cu un "mai" de lemn de 10 ori

-pentru consistențe mai mari de 6 cm mortarul din vas se împunge în 25 de locuri diferite pe toată înălțimea cu o vergea metalică cu diametrul de 10-12mm. Se scoate rama prelungitoare și cu lamelă metalică printr-o mișcare de fierăstrău începând de la mijloc spre margini se elimină excesul de mortar. Se cântărește apoi vasul cu mortar obținându-se masa „m_m". densitatea aparentă se calculează cu următoarea relație:

$$\rho_a = \frac{m_v - m_m}{V} \times 1000 \left[\frac{Kg}{m^3}\right]$$

Unde:

- ρ_a-densitate aparentă
- m_v-masa vasului
- m_m-masa vasului cu mortar
- V-volumul vasului

- Consistenta cu masa de împrăștiere

Determinarea conform SR EN 1015-3:2001- "Metode de încercare a mortarelor pentru zidărie. partea 3: determinarea consistenței mortarului proaspăt (cu masa de împrăștiere)",se face cu masa de împrăștiere , compusă din următoarele piese principale: soclu; un ax orizontal, o tijă de ridicare, matriță tronconică, un platan și un disc și o camă de ridicare. Se așază matrița în centrul discului mesei de împrăștiere și se introduce mortarul, în două straturi, fiecare strat fiind compactat prin cel puțin 10 lovituri scurte ale maiului pentru asigurarea unei umpleri uniforme a matriței. În timpul umpleri matrița se tine bine cu mâna pe disc. Se elimină surplusul de mortar cu ajutorul unei palete de nivelare și se șterge suprafața liberă a discului pentru ca aceasta să fie curată și uscată, având grijă să se înlăture toată apa din jurul capătului inferior al matriței. După aproximativ 15s,se ridică matriţa lent și vertical și se împrăștie mortarul pe disc executând 15 vibrații ale mesei, cu o frecvență constantă de aproximativ 1 vibrație pe secundă. Se măsoară diametrul mortarului în două direcții perpendiculare cu ajutorul șublerului. se notează rezultatele în milimetri, cu exactitate de 1 mm. Se calculează valoarea medie a două măsurări. această valoare medie este valoarea de împrăștiere a probei de încercat.

- Tendința de segregare

Prin tendința de segregare se înțelege proprietatea materialelor compozite de a se separa în materiale componente datorită densității și masei diferite a granulelor ce le compun în urma unor șocuri sau chiar în repaus. Determinarea tendinței de segregare se face într-un vas cu înălțimea de 30 cm. Cu mortarul bine omogenizat se umple vasul în trei etape. Mortarul se compactează, de fiecare dată, prin împungere de 25 de ori cu vergea metalica cu diametrul de 10-12 mm pe toată înălțimea stratului de mortar. După 30 de minute de repaus se scoate mortarul din treimea superioară, se omogenizează și i se afla consistența "c_s". Mortarul din treimea mijlocie se elimină. Mortarul din treimea inferioară se omogenizează și i se determină consistența "c_i". Tendința de segregare, caracterizată de coeficientul de segregare "S" , a mortarului se calculează cu relația:

$$S = \frac{\pi}{48} \times (C_s^3 - C_i^3)[cm^3]$$

Unde:

- S-tendința de segregare
- C_s^3-consistența în treimea superioară
- C_i^3- consistența în treimea inferioară

- **Determinări ale caracteristicilor mortarelor in stare întărită**

- **Densitate aparentă**
  Aceasta determinare se face la 28 de zile. Ea se face pe 3 prisme se cântăresc prismele și se obține "m_i". se măsoară cele trei dimensiuni ale prismelor L,l și h și se obține "V_a". Densitatea aparentă a mortarului întărit trebuie să fie cuprinsă între 1950 și 2200 de KG/M3.

- **Determinarea rezistenței la încovoiere**
  Se face cu aparatul de determinare a rezistenței la încovoiere pe 3 prisme cu dimensiunile 40x40x160la întindere din încovoiere

- **Rezistența la compresiune**
  Se face pe cele 6 resturi de prismă rezultate după încercarea la încovoiere cu ajutorul unor plăcuțe la presa hidraulică. Prismele se vor încerca întotdeauna perpendicular pe direcția de turnare. Pe această direcție rezistențele sunt mai mici din cauza segregării mortarelor. Relația de calcul este: $R_c=\frac{P}{a}$, unde P reprezintă forța de rupere și a reprezintă aria secțiunii.[6]

3. REZULTATE OBȚINUTE

- **Determinări ale caracteristicilor mortarelor in stare proaspată**

-densitate aparentă

Cea mai mare valoare obținută în comparație cu rețeta standard a fost obținută pentru rețeta BI, restul rețetelor prezentând valori mai mici.

- consistenta cu masa de împrăștiere

Cea mai mare valoare obținută în comparație cu rețeta standard a fost obținută pentru rețeta BI, restul rețetelor prezentând valori mai mici.

- tendința de segregare

Cea mai mare valoare obținută în comparație cu rețeta standard a fost obținută pentru rețeta I, rețetele III și BII având de asemenea valori mai mari decât cele ale rețetei standard iar rețetele II,BI și BII prezentând valori mai mici.

Tabelul 2. Valori obținute în urma încercărilor efectuate pe mortarul proaspăt

	Rețeta standard	**Rețeta I**	**Rețeta II**	**Rețeta III**	**Rețeta BI**	**Rețeta BII**	**Rețeta BIII**
Densitate aparentă[Kg/m^3]	2024,4	1986	2002,7	2000	2042	1900	2009,7
Consistența [mm]	17,85	17,3	15,75	16,3	18,5	17,25	17,45
Tendința de segregare [cm^3]	13,32	23,54	12,89	16,76	11,45	19,67	7,92

- **Determinări ale caracteristicilor mortarelor in stare întărită**

- **densitate aparentă**

Din tabelul 3 putem observa că toate rețetele testate au avut o densitate mai mică decât cea a rețetei standard

- **rezistența la întindere din încovoiere**

Din tabelul 3 putem observa că rețetele II,BI,BII și BIII au prezentat o rezistență mai mare decât rețeta standard în timp ce rețetele I și III deși s-au apropiat foarte mult de rețeta standard au avut rezistențe mai scăzute

- **rezistența la compresiune**

Din tabelul 3 putem observa că rețetele I,BI,BII și BIII au prezentat o rezistență mai mare decât rețeta standard în timp ce rețetele II și III deși s-au apropiat foarte mult de rețeta standard au avut rezistențe mai scăzute.

Tabelul 3. Valori obținute în urma încercărilor efectuate pe mortarele întărite dupa 28 de zile

	VALOAREA MEDIE OBȚINUTĂ ÎN URMA ÎNCERCĂRII CELOR 3 PROBE						
	Rețeta standard	**Rețeta I**	**Rețeta II**	**Rețeta III**	**Rețeta BI**	**Rețeta BII**	**Rețeta BIII**
Masa[Kg]	557,17	549,37	545,57	514,77	553,2	532,97	528,6
Densitate aparentă[Kg/m^3]	2,17	2,14	2,13	2,01	2,16	2,08	2,06
Rezistența la încovoiere [N/mm^2]	3,75	3,66	4,11	3,7	4,79	4,26	3,82
Rezistența la compresiune [N/mm^2]	16,2	16,85	16,14	15,94	22,73	20,17	18,66

Folosindu-se datele din cele doua tabele s-au creat 2 grafice, fiecare reprezentând una dintre rezistențele pentru care au fost testate probele și valorile obținute pentru fiecare rețetă în parte.

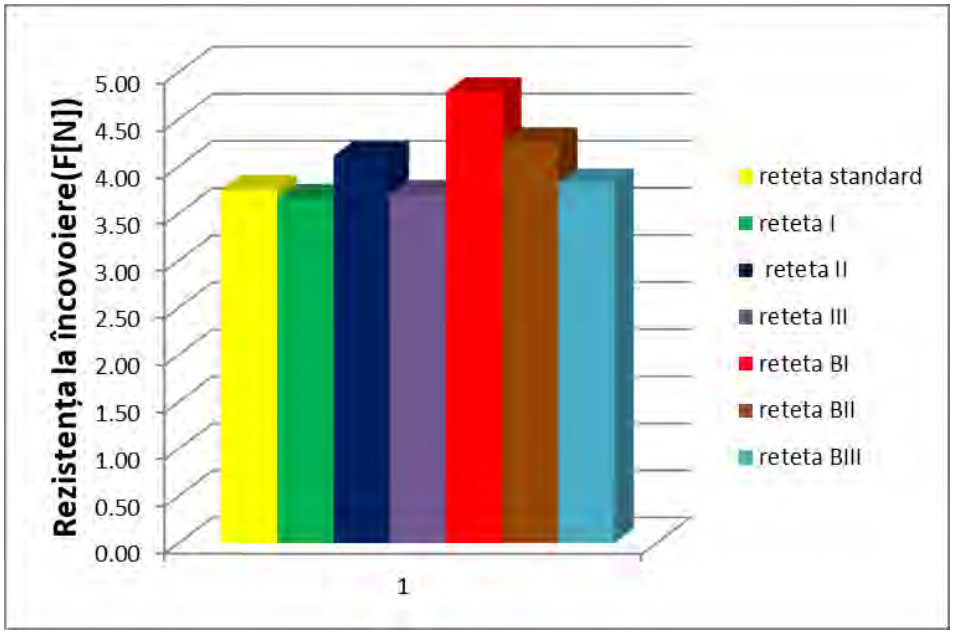


Figura 3. Comparație dintre rezistența la încovoiere a tuturor probelor turnate conform rețetelor aferente

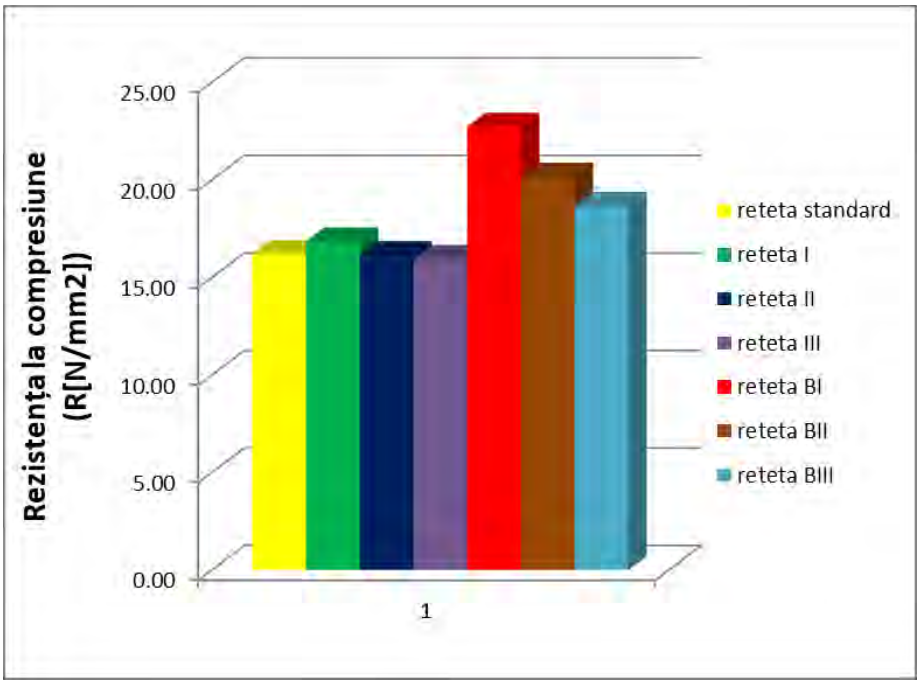


Figura 4. Comparație dintre rezistența la compresiune R[N/mm^2] a tuturor probelor turnate conform rețetelor aferente

4. CONCLUZII

Această lucrare și-a propus înlocuirea unor anumite procente din ciment, folosit pentru mortare, cu praf provenit din diverse deșeuri menajere(coji de banane și coji de ouă) în vederea testării proprietăților acestora și verificarea dacă aceste mortare obținute sunt sau nu în conformitate cu standardele inpuse și dacă pot fii folosite ca o alternativă mai sustenabilă a mortarelor clasice realizate doar cu ciment. Astfel în urma testelor și încercărilor efectuate în laborator au fost trase următoarele concluzii:

- Toate probele se încadrează în limitele admise de normă
- Rețeta III a avut rezistențele ușor mai scăzute decât rețeta standard
- Rezistențele cele mai ridicate au fost observate la rețeta BI (0,6% coji de banană) astfel arătând beneficiile înlocuirii acestui procent din ciment cu coji de banană
- Rezistențe crescute au fost prezente și la celelalte rețete care au utilizat coji de banana dar si la rețeta II (15% coji de ouă), care din punct de vedere al sustenabilității este alegerea cea mai favorabila
- Se pot alege pentru realizarea mortarelor toate rețetele preferate fiind însă rețetele BI, BII, BII din punct de vedere al rezistențelor crescute și rețeta I din punct de vedere al sustenabilității, aceasta având procentul cel mai mare de ciment înlocuit dintre cele 4 (15%)

BIBLIOGRAFIE

1. Ce este mortarul?, https://www.betonexpert.ro/diferenta-beton-ciment-mortar/
2. IEA (2024), CO2 Emissions in 2023, IEA, Paris https://www.iea.org/reports/co2-emissions-in-2023, Licence: CC BY 4.0
3. Global CO_2 emission from cement manufacturing 1960-2022,Tiseo I., dec. 7 2023.
4. Corbu O., Utilizarea deșeurilor solide în compoziția betoanelor ecologice, Revista construcțiilor 120, nov. 2015,pag.50.
5. Fisa tehnica ROMCIM RAPID 2019, https://media.hornbach.ro/hb/technicaldatasheet/as.47359899.pdf
6. A.G. Netea, C. Aciu, D.L. Manea, E. Jumate, F. Babotă, L.M. Pleșa, R.A. Iernuțan, Materiale de construcții Chimie, UTPRESS, Cluj-Napoca, 2019

TEHNOLOGII INOVATIVE IN DOMENIUL CONSTRUCȚIILOR CIVILE

Autori

Sofia-Maria BLAGA[1], Florin Ilie BOJOR[2], Irina Alexandra BRATEAN[3]
[1]*Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, blagasofia@yahoo.com*
[2]*Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, bojorflorin33@gmail.com*
[3]*Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, brateanirina14@gmail.com (autor corespondent)*

Îndrumător
Asistent Dr.Ing. Răzvan IERNUȚAN
Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnica din Cluj-Napoca, razvan.iernutan@ccm.utcluj.ro

REZUMAT: *Lucrarea noastră își propune să prezinte una dintre cele mai inovative modalități de construcție în domeniul ingineriei civile. Eficientizarea și facilitarea proceselor de construcție vor fi făcute cu ajutorul tehnologiilor moderne și pe baza automatizării. Prin lucrarea noastră teoretică ne propunem să vă prezentăm o nouă perspectivă asupra a tot ceea ce putem construi, folosindu-ne de imprimante de mortar. Atât procesul propriu-zis de construcție va dura mai puțin, forța de muncă se va baza majoritar pe ingineri de sistem, dar și pe creșterea randamentului muncitorilor calificați. Provocările care ne-au adus cel mai mare interes sunt cele bazate pe găsirea și optimizarea unor noi tipuri de materiale de construcții, urmărind obținerea unor rezistențe cât mai mari și o durabilitate cât mai îndelungată. Totodată, prin aceste noi metode, putem crește rata de reutilizare a agregatelor, prin utilizarea deșeurilor municipale și a resturilor din urma demolărilor, astfel obținând beneficia economice, dar și unele privind mediul înconjurător.*

Cuvinte cheie: automatizare, imprimante de mortar, materiale de construcții, reciclare

1. Introducere

Inovația, de o manieră generală, este un lucru vital pentru evoluția noastră ca și societate umană, ajutându-ne să ne adaptăm în permanența mediului înconjurător. Actualmente, preponderența tehnologiilor avansate și a automatizării în viață cotidiană este evidentă, ceea ce necesită o adaptare a industriilor, respectiv a industriei de construcții noilor realități tehnologice. In acest peisaj profesional, inginerul constructor trebuie să manifeste curiozitate pentru aplicarea acestor tehnologii care doresc sa îmbunătățească atât condițiile de munca cât și calitatea lucrărilor.

Încă de la începuturile umanității, oamenii au folosit diferite materiale de construcții (piatra, lemn, etc), îmbinându-le prin diverse modalități de construcție. Datorită evoluției inerente, atât materialele, cât și tehnologiile s-au îmbunătățit, apărând pe piață atât materiale noi de construcție cât și tehnici noi. Dintre acestea, în prezenta lucrare, am ales să prezentam imprimanta 3D și respectiv roboții.

Aspectele surprinse vor fi : specializarea inginerului constructor în vederea folosirii acestor tehnologii, lucrările realizate, detaliile tehnice, avantajele și dezavantajele, dar și felul în care am putea construi cu materiale reciclate și cu ajutorul roboțiilor.

2. Relația dintre Inginerie Civilă și Ingineria Calculatoarelor

Construcțiile sunt, cel mai probabil, cel mai important subiect pentru oameni, constructorii și meșterii existând încă de la începutul omenirii. Spre deosebire de aceștia, inginerii din domeniul calculatoarelor sunt ceva nou, era digitalizării și a automatizării fiind în momentul actual realitatea noastră. Astfel, cele două domenii trebuie să găsească o modalitate de a se îmbina pentru a putea folosi aceste noi tehnologii. Având în vedere că procesele tehnologice moderne implică utilizarea pe scară largă a calculatoarelor și a proceselor automatizate, profilul inginerului din următorii 5-10 ani trebuie să se adapteze prin includerea în pregătirea de bază elemente solide de programare/codare și automatizare.

În acest sens, procesul propus de noi pentru realizarea unei construcții presupune folosirea programului SAP pentru o gestionare mai precisă/exactă a unui șantier (materiale de construcții, cantități, livrare, etc), folosirea unui soft pentru coordonarea imprimantei 3D, a unui robot sau a mai multor roboti.

În momentul actual, procesul de automatizare este folosit pentru fabricarea mortarelor de construcție, dar și confecționarea unor componente folosite de constructori, rămânând loc de progres, in direcția optimizării procesului și găsirea unei rețete ecologice standard de mortar .

3. Lucrări realizate prin procese automatizate

La ora actuală, la nivel mondial s-au construit o varietate de lucrări prin automatizarea procesului de zidire, dar și utilizarea unor materiale noi permițând construcția unor forme inedite. În Elveția s-au construit proiecte remarcabile folosind imprimanta de mortar, de exemplu, un turn ca element decorativ, și diferite tipuri de coloane si obiecte de mobilier (Figura 1-4) .



Figure 1-Obiect realizat prin imprimare 3D[14]



Figure 2-Obiecte realizate prin imprimare 3D[13]



Figure 3-Coloana decorativa[5]



Figure 4- Turn realizat din coloane prefabricate cu ajutorul imprimante 3D[5]

Alte exemple de construcții sunt : case printate în Anglia(Figura 5), un cartier rezidențial din Franța(Figura 6), case printate in Germania și America, precum și spații industriale. Datorită faptului că au fost printate folosind imprimanta de mortar acestea reușesc să impresioneze prin forma lor neobișnuită, acesta fiind unul dintre marele avantaje ale imprimării. Artistul din spatele proiectului își poate folosi creativitatea fără să mai fie constrâns de tipare și detalii tehnice, creând opere de artă care nu ar fi văzut lumina zilei fără apariția imprimantei.



Figure 5-Proiect realizat prin printare, Anglia[4]



Figure 6- Cartier rezidential realizat prin printare, Franta[2]



Figure 7- Reprezentare grafica a procesului de imprimare[12]



Figure 8-Casa realizata de roboți[6]

Pe lângă tot procesul de automatizare a printării betonului, se pot folosi diferiți roboți ce pot ușura într-o mare măsura munca muncitorilor, aceștia înlocuind forța de munca și făcând restul proceselor necesare la construirea unei clădiri, precum vopsirea, placarea cu lemn, asamblarea armăturii, construirea zidăriei (Figura 11, Figura 12). Aceștia solicită programarea și supravegherea lor, în consecință se reduce numărul de persoane necesar pe un șantier. Datorită folosirii roboților, programul de lucru se poate extinde, viteza la care se construiește mărindu-se, însă cel mai mare avantaj al acestora este posibilitatea controlării lor în totalitate, acest lucru reducând riscul de evenimente neprevăzute apărute pe șantier.

Bine știut de toată lumea este faptul că domeniul construcțiilor este unul în care muncitorii sunt supuși să realizeze o muncă grea din punct de vedere fizic și una repetitivă, ce poate fi făcută de roboți, astfel, simplificându-le muncitorilor această parte neplăcuta și obositoare . Așadar, robotii permit focusarea inginerilor asupra aspectelor mai importante ale unui șantier, nemaiavând nevoie să se îngrijoreze de procesele de bază, concentrându-se pe programarea lor și manevrarea lor . Însă, roboții sunt setați să urmeze niște comenzi bine definite, provocarea cea mai mare a inginerilor fiind aceasta, iar apariția unor probleme tehnice necesitând o gândire umană. Frica dispariției unor meserii poate fi înlăturată de transformarea acestora in altele, cum ar fi dezvoltarea si reparația roboților, întreținerea lor, instalarea lor etc.



Figure 9-Robot asamblare armatură [11]



Figure 10- Robot montare plăci[10]

4. Imprimanta 3D. Conceptul caselor printate. Tehnologia viitorului

Un pionier al automatizării în construcții este imprimanta 3D, pe piața existând în momentul actual diverse modele (Maxi Printer, XtreeE, Icon). Pentru utilizarea acestora este nevoie de o fundație și o placă pe care urmează a fi instalate. Imprimanta este formată din 3 componente principale: siloz pentru materiale, partea mobilă a imprimantei, formată din braț și diuza și calculatorul.



Figure 11-Imprimantă 3D Vertico[3]



The Maxi Printer [Source: Constructions 3D]

Figure 12- Imprimantă 3D Maxiprinter[8]

Aceasta funcționează pe baza unui sistem propriu de operare, având incorporat în acesta și un Slicer, împărțind construcția pe straturi care urmează să fie puse în operă de imprimantă, unul peste altul după un traseu bine prestabilit. Aceasta funcționează pe baza unui microbeton în care se utilizează mortare cu diametrul cuprins între 3 și 6mm. Pompa poate transporta către diuza de la 4l până la 20l de mortar, iar înălțimea maximă de printare este de 7 - 10 m, iar înălțimea unui strat este de 2cm. Durata totală de instalare a imprimantei este de 1h 30 (instalarea și inițializarea printării), iar dezintalarea imprimantei este de 1 h (curățarea imprimantei + strângerea compactă). [7]

Conceptul casei printate 3D și al casei ecologice a fost abordat folosind ideea pereților dublii, aflați la o distanță de 15-20 cm , între care se va afla un material termoizolant (de preferat spuma), oferind astfel o izolare termică și fonică superioară. De asemenea, pereții exteriori pot fi izolați în cazul în care se dorește asta deoarece între straturile de mortar turnate suprafața este abrazivă, tencuirea și izolarea exterioară este foarte ușoară, proces care este de asemenea automatizat prin intermediul roboților care tencuiesc.

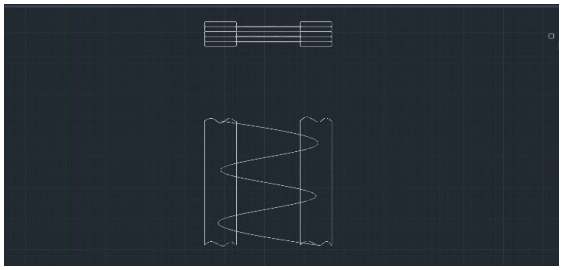


Figure 13- Vederile principale ale armăturii

În imaginea de mai sus este o armătură orizontală, care va unii cei 2 pereți. Armătura începe după primul strat, procesul de punere în operă fiind automatizat prin intermediul mai multor roboți. Aceasta armatură crește rezistența mortarului folosit la imprimare.

Primul robot are datoria de a asambla în prealabil straturile de armătură (aceastea sunt formate din bare zig-zag cu un diametru cuprins între 2-3 mm, în funcție de grosimea stratului de turnare). Următorul robot ar fi imprimanta, iar al treilea ar fi robotul care asamblează următorul strat de armătură, care lucrează concomitent cu imprimanta.

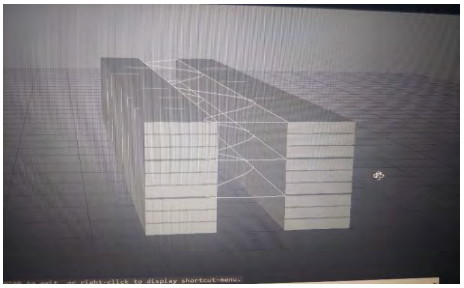


Figure 14- Vedere de ansamblu a armăturii 3D

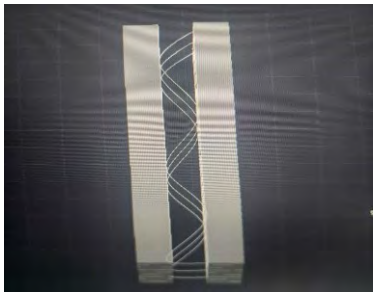


Figure 15- Vedere de ansamblu a arămturii 3D

5. Avantajele și dezavantajele noilor tehnologii

Acest proces este benefic pe mai multe planuri :

- dacă ne referim la costuri, imprimarea 3D și procesul de automatizare al construcțiilor încearcă să fie “0 waste”, și se referă la faptul că nu se irosește material, datorită Slicer-ului, dar și al programului SAP , acesta optimizând cantitatea de mortar folosit cât și organizarea șantierului ;

- pe partea tehnică, avantajele sunt bazate mai mult pe forma și posibilitatea armării verticale, proces care poate fi automatizat și dezvoltat în viitorul apropiat ;

- pe partea de reciclare, datorită microbetonului folosit, programul folosit de către imprimantă furnizând informații despre cantitatea optimă de mortar pentru proiectul curent [9];

- viteza de printare, datorită imprimării zidurilor, timpul de finalizare se reduce remarcabil.

Sunt și dezavantaje desigur :

- imprimarea nu a fost studiată îndeajuns de mult, nu există studii teoretice amănunțite, fapt care explică de ce nu s-au construit mai mult de 2 nivele, singura construcție mai înaltă, se găsește în Dubai;

- investiția într-o imprimantă de mortar este una importantă, aceasta poate ajunge la milioane de euro, în ciuda faptului că la final costurile de constructie sunt reduse, datorită risipei mici de materiale ;

- folosirea unei cantități mari de energie pentru a putea printa cu viteza dorită;

Acest subiect nu este cercetat în Romania in măsură suficientă, iar imprimantele nu sunt puse la dispoziția inginerilor pentru a putea învăța folosirea acestora.

6. Concluzii

Imprimarea cu beton și automatizarea procesului de construcție este un lucru inevitabil, fiind în era automatizării, ceea ce va permite înlesnirea procesului de construire. Inovațiile ce apar în domeniul construcțiilor devin din ce în ce mai performante și le permit inginerilor să realizeze proiecte tot mai îndrăznețe din punct de vedere tehnic. Acestea însă implică îmbinarea celor două mari domenii : cel al construcțiilor și cel al calculatoarelor.

Unele aspecte necesită ameliorări ca de exemplu : mortarul utilizat, ce trebuie să aibă o rețetă foarte specifică și tehnologiile de armare. Cercetările continuă și vor ajuta la extinderea accesibilității acestei modalități de construire.

Astfel, ca viitori ingineri constructori, trebuie să includem în munca noastră viitoare folosirea acestor inovații, care sunt destinate spre ameliorarea procesului de construcție.

BIBLIOGRAFIE

1. Elliot S., La Tour, un record français pour la construction par impression 3D béton, https://www.3dnatives.com/la-tour-record-francais-construction-3d-beton-250320243/#! (Accesat în 23 aprilie 2024)

2. Philippe G., Projet Viliaprint : les 5 maisons imprimées en 3D inaugurées à Reims https://www.3dnatives.com/viliaprint-inauguration-maisons-030620223/# (Accesat in 26 aprilie 2024)

3. Robotic Concrete 3D Printing https://toolkittech.com/shop/vertico-concrete-3d-printing/ (Accesat în 23 aprilie 2024)

4. G-PULSE EDITORIAL TEAM, First 3D-printed houses in Germany and the UK: Paving the way for future living https://www.gira.com/uk/en/g-pulse-magazine/building/3d-house-germany#innovation(Accesat în 17 aprilie 2024)

5. ParametricArchitecture, https://www.archdaily.com/806230/this-complex-concrete-column-was-made-using-3d-printed-formwork (Accesat în 18 aprilie 2024)

6. John Hill, How Robots Build a House, https://www.world-architects.com/en/architecture-news/insight/how-robots-build-a-house(Accesat în 18 martie 2024)

7. PRODUCT DATA SHEET Sikacrete®-733 https://can.sika.com/dam/dms/ca01/6/sikacrete-733-3d.pdf (Accesat în 21 aprilie 2024)

8. https://www.constructions-3d.com/en/maxiprinter/configurator

9. Gang Bai, Li Wang, Guowei Ma, Jay Sanjayan, Mingke Bai, 3D printing eco-friendly concrete containing under-utilised and waste solids as aggregates https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0958946521001062 (Accesat în 14 martie 2024)

10. Camelia Sisea, https://www.spatiulconstruit.ro/articol/robotul-care-monteaza-impecabil-placi-din-gips-carton-si-ne-arata-cam-cum-va-fi-viitorul-constructiilor/22339 (Accesat în 05 aprilie 2024)

11. Claudia Gorunescu, https://www.spatiulconstruit.ro/articol/o-casa-futurista-ce-va-fi-construita-de-roboti/20793 (Accesat în 05 aprilie 2024)

12. Christ Morris, Your next home could be 3D-printed, https://fortune.com/2018/04/22/3d-printed-homes/(Accesat în 23 aprilie 2024)

13.3D Concrete Printing, https://gbr.sika.com/en/construction/concrete/about-us/blogs/3d-concrete-printing-v2.html(Accesat în 15 aprilie 2024)

14. Philipp aduatz creates 3D printed concrete outdoor furniture, https://www.designboom.com/design/philipp-aduatz-3d-printed-outdoor-concrete-furniture-07-27-2020/(Accesat în 09 aprilie 2024)

APLICAȚIE PENTRU CALCULUL CARACTERISTICILOR GEOMETRICE A SECTIUNILOR PLANE

Ioana Maria M. BOLDOR[1], Elena P. BUIGA[2]
[1]*Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, mboldor58@gmail.com*
[2]*Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, buiga.pe.elena@student.utcluj.ro*

Îndrumător
S.L. Dr. Ing. Tudor I. MILCHIȘ
Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, tudor.milchis@mecon.ucluj.ro

REZUMAT: *În această lucrare se descrie dezvoltarea unei aplicații care calculează caracteristicile geometrice a secțiunilor plane omogene; astfel dorim să determinăm într-un mod cât mai simplu și practic aceste caracteristici din domeniul elastic și plastic, utilizând algoritmi transpuși în limbajul de programare Python. Interfața aplicației va putea fi accesată de pe o pagina web. Principala provocare constă în determinarea poziției axei neutre pentru calculul din domeniul plastic pentru orice formă geometrică retangulară plană.*

Cuvinte cheie: caracteristici geometrice, axa plastică, aplicație, Python

1. Introducere

Calculul caracteristicilor geometrice nu prezintă dificultăți în etapele de rezolvare, determinate prin aplicarea mai multor formule legate între ele, dar crează dificultăți datorită volumului mare de calcule. Astfel am creat o aplicație cu scopul de a reduce timpul necesar efectuării calculelor și evitarea erorilor materiale pe durata calculelor manuale.

În contextul actual am observat că există un număr limitat de aplicații web dedicate calculului caracteristicilor secțiunilor plane. Cu toate că există o cerere crescută pentru instrumente care să ofere calcul rapid și precis, bazat pe datele introduse de utilizator, am constatat că lipsește un instrument care să ofere o soluție simplă, prin care utilizatorii să introducă dimensiunile obiectelor și să obțină rapid rezultatele dorite.

2. Proprietățile secțiunilor plane

2.1 Caracteristici geometrice

Caracteristicile geometrice ale secțiunilor plane, care intervin în calculul tensiunilor și deformațiilor sunt: aria, momentele de inerție, momentele statice și modulele de rezistență, calculate față de axele care trec prin centrul de greutate al suprafeței secțiunii transversale.

2.1.1 Aria secțiunii. Centrul de greutate. Momentul static.

Dacă se consideră secțiunea compusă dintr-o infinitate de arii elementare *dA* (*fig.1*), atunci aria secțiunii va fi [1]:

$$A = \int_A dA \tag{1}$$

,unde A – aria.

Coordonatele centrul de greutate, sunt date de teorema lui *Varignon* [2]:

$$A \cdot y_G = \int_A y \cdot dA \qquad A \cdot z_G = \int_A z \cdot dA \tag{2}$$

De unde, din (2) și (3) rezultă:

$$y_G = \frac{\int_A y\, dA}{A} \qquad z_G = \frac{\int_A z\, dA}{A} \tag{3}$$

,unde (y_G,z_G)- coordonatele centrului de greutate raportate la sistemul de referință.

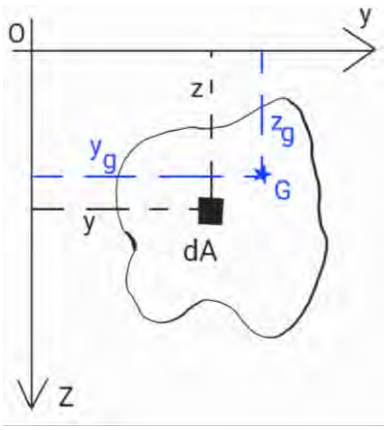


Figura 1. Secțiune oarecare

Momentul static al secțiunii în raport cu o axă, reprezintă suma produselor dintre elementele de arie *dA* și distanța (coordonata) acestora față de axa în raport cu care se face calculul.

Relațiile de calcul ale momentelor statice în raport cu axele *Oy* și *Oz* sunt [3]:

$$S_y = \int_A z \cdot dA = z_G \cdot A \qquad S_z = \int_A y \cdot dA = y_G \cdot A \tag{4}$$

,unde, S_y-Momentul static față de axa y; S_z-Momentul static față de axa z.

2.1.2 Momentul de inerție

Momentul de inerție axial al figurii plane în raport cu o axă, reprezintă suma produselor dintre elementele de arie *dA* și pătratul distanței (coordonatei) acestora față de axa în raport cu care se face calculul. Relațiile de calcul ale momentelor de inerție în raport cu axele *Oy* și *Oz* sunt [3]:

$$I_y = \int_A z^2\, dA \qquad I_z = \int_A y^2\, dA \tag{5}$$

,unde, I_y- Momentul de inerție față de axa y; I_z- Momentul de inerție față de axa z;

2.1.3 Calcul practic al caracteristicilor geometrice

Pentru o secțiune simplă, compusă din *„n”* dreptunghiuri, se utilizează următoarele relații de calcul pentru determinarea caracteristicilor geometrice:

1. Se calculează aria întregii secțiuni: $A = \sum_{i=1}^{n} A_i$ (6)
2. Se determină poziția centrului de greutate, prin parcurgerea următorilor pași:
   a. Se alege un sistem de axe de referință arbitrar *y'O'z'*;
   b. Se împarte secțiunea în figuri simple, a căror arii sunt cunoscute A_i și poziția centrelor de greutate G_i ale acestora:

$$z_G = \frac{\sum_{i=1}^{n} A \cdot z_i'}{\sum_{i=1}^{-n} A_i} \qquad y_G = \frac{\sum_{i=1}^{n} A \cdot y_i'}{\sum_{i=1}^{-n} A_i} \tag{7}$$

   ,unde y'_i,, z'_i reprezintă coordonatele centrului de greutate al ariei A_i în raport cu sistemul *y'O'z'*.
3. Se determină momentul de inerție axial al secțiunii compuse, cu formula lui *Steiner*:

$$I_y = \sum_{i=1}^{n} \left(I_{y_i} + A_i \cdot z^2\right) \qquad I_z = \sum_{i=1}^{n} \left(I_{z_i} + A_i \cdot y^2\right) \tag{8}$$

,unde I_{yi}, I_{zi} -sunt momentele de inerție ale figurilor simple de arie A_i în raport cu axele centrale proprii (y_iOz_i), paralele axelor sistemului *yOz*; y_i,z_i- distanțele pe direcțiile *y* și *z* de la sistemul de figuri simple A_i la sistemul de axe central al întregii secțiuni (*yOz*) [3].

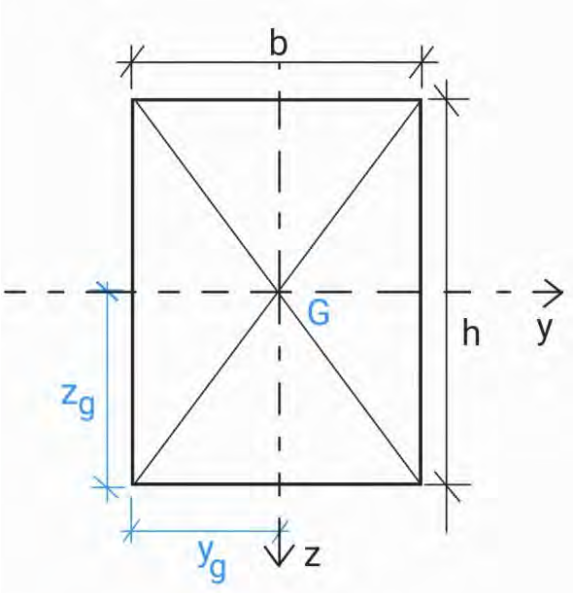


Figura 2. Poziția centrului de greutate la dreptunghi

Momentul de inerție pentru un dreptunghi *(fig. 2)*, în raport cu axele care trec prin centrul de greutate.

Utilizând relațiile (5) obținem :

$$I_y = \int_A z^2\, dA = b\int_{-\frac{h}{2}}^{\frac{h}{2}} z^2 \cdot dz = b\frac{z^3}{3}\Big|_{-\frac{h}{2}}^{\frac{h}{2}} = \frac{b}{3}\left(\frac{h^3}{8} + \frac{h^3}{8}\right) = \frac{b \cdot h^3}{12} \quad (9)$$

Asemănător se deduce I_z: $$I_z = \frac{h \cdot b^3}{12} \quad (10)$$

4. Modulul de rezistență se definește ca fiind raportul dintre momentul de inerție a secțiunii și distanța celei mai îndepărtate fibre [4]:

$$W_y = \frac{I_y}{|z|max} \quad W_z = \frac{I_z}{|y|max} \quad (11)$$

,unde: W_y-Modulul de rezistență față de axa y; W_z- Modulul de rezistență față de axa z;

2.2 Axa neutră în domeniul plastic, denumită axa plastică

Axa plastică poartă denumirea de axă neutră în domeniu plastic, având proprietatea de a împărți secțiunea în două arii egale. În ceea ce privește poziția axei neutre în domeniul plastic, observăm că aceasta nu se suprapune peste axa neutră, care trece prin centrul de greutate in cazul sectiunilor compuse. [4].

$$A_C = A_T = \frac{A}{2} \quad (12)$$

,unde: A_c-Aria comprimată; A_T-Aria întinsă;

3. Aplicația

3.1 Tehnologiile folosite

Am optat pentru limbajul de programare *Python* datorită naturii sale dinamice ce îl face versatil în abordarea diverselor paradigme de programare: orientată pe obiect, imperativă, funcțională, procedurală și reflectivă. *Python* este preferat de numeroși dezvoltatori, deoarece oferă claritate și concizie, ajutându-i în implementarea eficientă a conceptelor și algoritmilor și contribuind la creșterea productivității și calității codului. Interfața pentru utilizator a fost construită utilizând limbajele HTML și CSS, creând un portal de interacțiune între utilizator și server.

3.2 Funcționalitate

Utilizatorul va completa câmpurile expuse în aplicație(*fig 3.*), acestea fiind datele minime necesare pentru calcularea caracteristicilor geometrice. Aplicația preia datele de intrare și face o cerere (*request*) către server, unde are loc calculul efectiv. După efectuarea operațiilor, serverul returnează un răspuns, iar interfața utilizatorului se actualizează în timp real, oferind

acestuia acces la rezultatele finale, alături de o imagine orientativă, unde sunt evidențiate câteva caracteristici pe secțiunea transversală a obiectului.

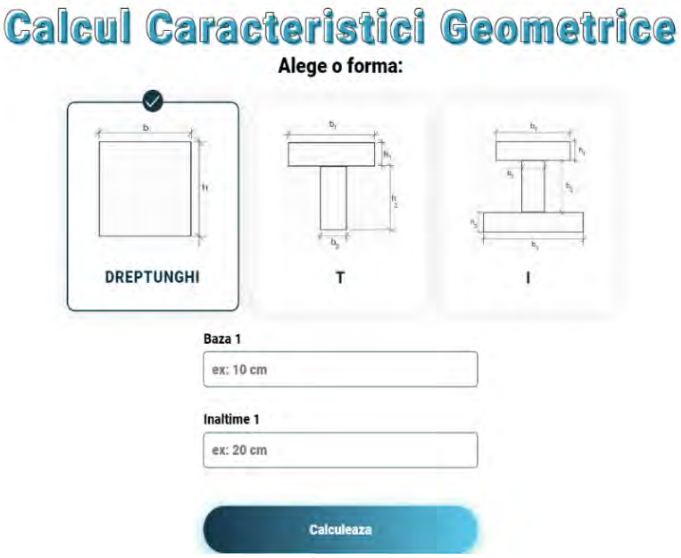


Figura 3. Interfața

Pentru a putea oferi utilizatorului rezultatele acestor calcule complexe, aplicația implementează o serie de funcții și folosește variabile multiple, scrise în limbajul *Python* [5]. Un pas important și necesar pentru stabilirea relațiilor de calcul, a fost transpunerea formulelor matematice și a pașilor necesari rezolvării acestei probleme, în pseudocod pentru fiecare formă în parte, așa cum reiese din Tabelul 1.

După structurarea pseudocodului, s-au stabilit ca date de intrare, ce trebuie furnizate de către utilizator sa fie lățimea și înălțimea, adică dimensiunile dreptunghiurilor.

Tabelul 1. Pseudocod

	Dreptunghi	Profil T	Profil I
Arie	$b*h$	$b_1*h_1 + b_2*h_2$	$b_1*h_1 + b_2*h_2 + b_3*h_3$
Z_g	$h/2$	$(b_1* h_1*(h_2+h_1/2) + b_2*h_2*h_2/2)$/ Arie	$[b_1*h_1*(h_3+h_2+h_1/2) + b_2*h_2*(h_3+h_2/2) + b_3*h_3*h_3/2)]$/ Arie
Z'_g	$h-z_g$	$h_2 + h_1 -z_g$	$h_3 + h_2 + h_1 -z_g$
Y_g	$b/2$	$b_1/2$	If ($b_1 > b_3$) $Y_g=b_1/2$ Else $Y_g= b_3/2$

Momente de inerție geometrice			
I_y	b*h^3/12	$b_1*h_1^3/12+ b_1*h_1*(zg-(h_2+h_1/2))^2+ b_2*h_2^3/12 + b_2*h_2*(z_g-h_2/2)^2$	$b_1*h_1^3/12+ b_1*h_1*(z_g-(h_3+h_2+h_1/2))^2+ b_2*h_2^3/12 + b_2*h_2*(z_g-(h_3+h_2/2))^2 + b_3*h_3^3/12 + b_3*h_3*(z_g- h_3/2)^2$
I_z	$h*b^3/12$	$h_1*b_1^3/12 + h_2*b^3/12$	$h_1*b_1^3/12 + h_2*b_2^3/12 + b_3*h_3^3/12$
Module de rezistență			
W_y	I_y / z_g	If ($z_g > z'_g$) $W_y = I_y / z_g$ Else $W_y = I_y / z'_g$	If ($z_g > z'_g$) $W_y = I_y / z_g$ Else $W_y = I_y / z'_g$
W_z	I_z / y_g	I_z / y_g	I_z / y_g
Moment static (caclulat în punctele de interes)			
S_{oy}	h/2 * b * h/4	$So_y = b_2* z_g * z_g/2$ $So_2= b_1*h_1*(z_g – h_1/2)$	$So_y= b_3* h_3 * (z_g - h_3/2)+ b_2 * (z_g-h_3) * (z_g-h_3) / 2$ $So2= b_1*h_1*(z'_g-h_1/2)$ $So4= b_3*h_3*(z_g-h_3/2)$
Axa neutră în domeniul plastic			
H plastic	h/2	If (Arie /2 == b_2*h_2) $H_p=h_2$ Else if (Arie / 2 < b_2*h_2) $H_p = (Arie/2) / b_2$ Else $H_p = (Arie/2 - b_2*h_2)/b_1 + h_2$	If (Arie /2 == b_3*h_3) $H_p=h_3$ Else if (Arie / 2 < b_3*h_3) $H_p= (Arie/ 2) ÷ b_3$ Else if (Arie / 2 > b_3*h_3) $H_p = h_3 +[(Arie/2) - h_3*b_3] ÷ b_2$ Else $H_p = (Arie/2 - b_2*h_2 -b_3*h_3)/b_1 + h_2+ h_3$

În imaginea de mai jos (*fig4.*), este afișatată funcția utilizată pentru calcularea caracteristicilor geometrice aferente dreptunghiului. O structură asemănătoare se va efectua și în cazul profilelor „T” și „I„.

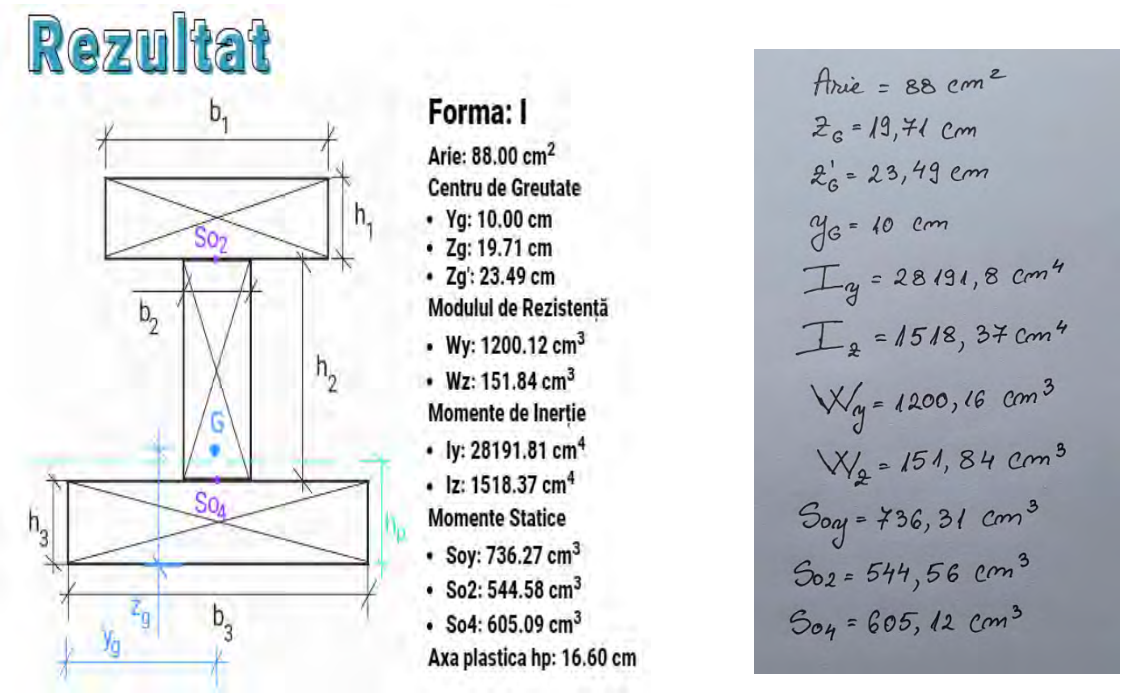
```python
def calcule_dreptunghi(shape, bases, heights):
    b = bases[0]
    h = heights[0]
    Aria = b * h
    Zg = h / 2
    Yg = b / 2
    Iy = b * h ** 3 / 12
    Iz = h * b ** 3 / 12
    Wy = Iy / Zg
    Wz = Iz / Yg
    Soy = h / 2 * b / 2 * h / 4
    Hp = h / 2

    centru_de_greutate = {"Zg": Zg, "Yg": Yg}
    momente_de_intertie = {"Iy": Iy, "Iz": Iz}
    modulul_de_rezistenta = {"Wy": Wy, "Wz": Wz}
    momente_statice = {"Soy": Soy}

    return {
        "forma": shape,
        "arie": Aria,
        "centruDeGreutate": centru_de_greutate,
        "momenteDeIntertie": momente_de_intertie,
        "modululDeRezistenta": modulul_de_rezistenta,
        "momenteStatice": momente_statice,
        "hPlastic": Hp
    }
```

Figura 4. Funcția de calcul a caracteristicilor geometrice ale dreptunghiului

3.3 Exemplu de rulare



a. b.

Figura 5. Exemplu rezultate: a.Aplicație ; b. Calcul manual.

Pentru a dovedi eficacitatea acestei aplicații, s-a ales un profil „I”, alcătuit din trei dreptunghiuri. În paralel cu aplicația (*fig.5a*), caracteristicile definite la capitolul 2 au fost calculate manual, iar la final au fost comparate rezultatele. Rezultatele din calculul manual

(*fig.5b*) și cele efectuate de program coincid; diferențele numerice apar doar din erorile de trunchere din calculul manual. Datele cunoscute despre acest profil sunt :

$b_1 = 15$ cm; $h_1 = 1.6$ cm;
$b_2 = 0.8$ cm; $h_2 = 40$ cm;
$b_3 = 20$ cm; $h_3 = 1.6$ cm.

4. Concluzii și direcții viitoare

Datorită nivelului ridicat de accesibilitate pe care îl deține interfața (Fig. 3), aplicația este un mijloc de învățare și explorare, atât pentru studenți cât și pentru curioși. Pe viitor, se dorește extinderea aplicație astfel, introducerea de noi secțiuni, cum ar fi: alte profile („U”, „L”, „⊥”, „π”, etc.), secțiuni compuse, desenarea unei secțiuni oarecare direct pe interfața aplicației; adăugarea altor caracteristici geometrice sau coeficienți (momente de inerție polare, momente de inerție centrifugale, raze de giarție, modul de rezistență polar).

BIBLIOGRAFIE

1. Indira Andreescu, Stefan Mocanu - Compendiu de Rezistenta Materialelor, Editura MatrixRom, București, 2005;
2. Mircea Rades- Rezistenta Materialelor I, Editura Printech, 2010;
3. Conf. Dr. Ing. Anca G. Popa; Șef lucr. dr. ing. MIRCEA D. BOTEZ; Șef lucr. dr.ing.MARIUS Ș.BURU; Asist.dr.ing.TEODORA S.BESOIU; Asist.dr.ing.ADRIAN G.MARCHIȘ; dr.ing.LUCIANA.BREDEAN – Indrumator de lucrari la REZISTENTA MATERIALELOR (I) Editia a II-a revizuita si adaugita Editura UTPRESS, 2020
4. Bia, C., Ilie, V., Soare, M. V. - Rezistența Materialelor și Teoria Elasticității, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1983;
5. https://www.w3schools.com/python/default.asp

LEMNUL TRANSPARENT-MATERIAL AL VIITORULUI

Autor/autori
Elisaveta-Laura CUREA [1], Victoria-Loredana ANDREȘ, Ana-Maria BĂNCILĂ [3]
[1] *Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, lauracurea46@gmail.com*
[2] *Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca,victorialoredanaa@gmail.com*
[3] *Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, ana.maria.bancila19@gmail.com*

Îndrumător/îndrumători
Șef lucrări. Dr. Ing. Mihaela DUMITRAN[1], Șef lucrări. Dr. Ing. Elena JUMATE[2]
[1]*Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca,Mihaela.Costin@ccm.utcluj.ro*
[2]*Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca,elena.jumate@ccm.utcluj.ro*

REZUMAT: *Funcția principală a clădirilor este de a oferi rezidenților un mediu cât mai confortabil, dar totodată și unul sănătos, în care să își desfășoare viața de zi cu zi. De-a lungul timpului, civilizațiile au descoperit modalități eficiente de a îmbunătăți confortul interior al clădirilor, de aceea noi am ales abordarea unui material inovator ,numit lemn transparent.*
Lemnul transparent este un lemn modificat chimic, obținut prin îndepărtarea componentei ligninei care absoarbe foarte mult lumina . Transmisia luminii de 85% si opacitatea de 71% sunt comparabile cu sticla mată fără a afecta structura lemnului. Acest material este mai biodegradabil decât sticla și plasticul fiind de asemenea, rezistent la spargere, ceea ce îl face potrivit pentru aplicații precum ecranele telefoanelor mobile, cât și pentru corpuri de iluminat.

Cuvinte cheie: Lemn, lignină, sticlă mată, biodegradabil.

1.*Introducere*

Lemnul transparent reprezintă o inovație fascinantă în lumea materialelor de construcție, combinând tradiția și calitățile naturale ale lemnului cu transparența și estetica sticlei. Acest material revoluționar deschide noi orizonturi în arhitectură, construcții și tehnologiile de înlocuire a materialelor, oferind o alternativă durabilă și estetică la materialele tradiționale.

1.1 Ce este lemnul? La ce este folosit?

Lemnul în starea naturală (masivă) este un material neomogen cu structură internă fibroasă. Ca material organic, este compus în cea mai mare parte din celuloză și lignină, alături de rășini, apă, gume și alte substanțe. Ca material, a fost utilizat de om de la începuturile sale ca specie și este probabil cel mai vechi material de construcție. Inițial a fost utilizat ca unealtă apoi drept combustibil, devenind în scurt timp material de construcție și mai târziu materie primă pentru mobilă, hârtie și alte derivate mai moderne ale celulozei.

În ultimii două sute de ani, modul de utilizare al lemnului în construcții s-a schimbat datorită introducerii oțelului și a betonului. În prezent se află pe locul doi după betonul armat ca grad de utilizare în construcții, el fiind utilizat și la construcții temporare(cofraje, schele, protecții, etc).[1]

1.2 Ce este lignina?

Lignina este un component al lemnului, fiind al doilea după celuloză, de care este relativ greu de separat. Este componenta principală a peretelui celular, mai ales a traheidelor, xilemului și sclereidelor. Din punct de vedere chimic este un derivat fenolic. În decursul fabricării hârtiei prin procedeul chimic, lignina se separă cu ajutorul unui amestec dizolvant. [2]

1.3 Ce este sticla mată/laminată?

Sticla laminată este un tip de sticlă securizată, obținută prin suprapunerea a două sau mai multe foi de sticlă și intercalarea unor folii sintetice, cum ar fi polivinil butiral. Avantajul acesteia constă în faptul că, la o eventuală spargere, fragmentele de sticlă rezultate rămân atașate de folia de plastic și astfel sunt evitate accidentele. [3]

Se poate lamina sticla transparentă, dar și sticla colorată în masă sau sticla vopsită; totodată, între foile de sticlă se pot introduce diferite țesături sau printuri pentru a răspunde cerințelor arhitecturale sau de design. De asemenea, folia de laminare poate avea diverse culori sau poate fi mată. Astfel, sticla laminată cu folie mată la interior poate fi o alternativă la sticla sablată, având avantajul că nu se pătează precum sablajul exterior. [4]

1.4 *Ce este un produs Biodegradabil ?*

Biodegradabil înseamnă ca produsul se descompune in bucăți mici datorita enzimelor, bacteriilor si ciupercilor care îl degradează in mediu, fără a afecta mediu, fără a degaja substanțe toxice si fără a intervenii asupra sa cu alte substanțe, spre deosebire de plastic care descompunerea sa durează in natura câteva sute de ani (de la 500 de ani), degajând substanțe dăunătoare mediului si din ele rămân resturile in sol.

Produsele biodegradabile se obțin de obicei din plante ca exemplu : porumb, cartof, trestia de zahăr, etc.

Spre exemplu : o punga biodegradabila in 3 luni (in condiții de laborator) ,un lemn netratat si nevopsit in 2 ani, iar polistirenul 80 de ani.[5]

2. Lemnul transparent. Descriere, tehnologie de realizare și caracteristici

Lemnul transparent este un material inovator și interesant, care a fost dezvoltat recent prin tehnologii avansate de inginerie și biotehnologie. Acesta este un material hibrid care combină proprietățile de rezistență și durabilitate ale lemnului cu transparența sticlei sau a plasticului. Prin îndepărtarea pigmenților din plantele lemnoase oamenii de știință au creat un soi de lemn transparent. Conceptul în sine nu este nou. Cercetătorii studiază acest material de bine de trei decenii.



Figura 1. Aplicabilitatea lemnului transparent .
Sursa: https://www.ecologiaverde.com/madera-transparente-el-futuro-de-la-energia-solar-y-la-arquitectura-514.html

2.1 De ce fac oamenii de știință lemn transparent? De ce se angajează oamenii de știință în dezvoltarea lemnului transparent?

În urmă cu treizeci de ani, un botanist german avea o dorință simplă: să vadă funcționarea interioară a plantelor lemnoase fără a le diseca. Siegfried Fink a reușit să creeze lemn transparent prin albirea pigmenților celulelor vegetale și și-a publicat tehnica într-o revistă specializată în tehnologia lemnului. Lucrarea din 1992 a fost ultimul cuvânt despre lemnul transparent timp de mai bine de un deceniu, până când un cercetător pe nume Lars Berglund a dat peste el.



Figura2. Transformarea lemnului.
Sursa: https://www.ecologiaverde.com/madera-transparente-el-futuro-de-la-energia-solar-y-la-arquitectura-514.html

Berglund a fost inspirat de descoperirea lui Fink, dar nu din motive botanice. Omul de știință în materiale, care lucrează la Institutul Regal de Tehnologie KTH din Suedia, s-a specializat în compozite polimerice și a fost interesat să creeze o alternativă mai robustă la plasticul transparent. Și nu era singurul interesat de virtuțile lemnului. Dincolo de ocean, cercetătorii de la

Universitatea din Maryland erau ocupați cu un obiectiv înrudit: valorificarea puterii lemnului în scopuri netradiționale.[6]

2.2 Cum se face lemnul transparent? Procesul tehnologic de realizare a lemnului transparent.

Procesul tehnologic al lemnului transparent implică mai multe etape, iar tehnologiile și metodele specifice variază în funcție de producător și de procesul specific utilizat.
Se începe cu selectarea materiei prime de calitate, care poate fi lemn nou sau lemn recuperat din alte surse, cum ar fi structuri vechi sau deșeuri de lemn. Urmează pregătirea lemnului prin îndepărtarea cojii, a nodurilor și a altor impurități. Suprafața lemnului este curățată și pregătită pentru procesul de transparență. Una dintre metodele comune pentru a face lemnul transparent este tratarea chimică. Acest proces implică utilizarea de substanțe chimice care penetrează fibra lemnului și îi modifică proprietățile optice. Substanțele chimice pot include rășini epoxidice sau alte compuși transparentizați. O altă metodă utilizată pentru a face lemnul transparent implică
expunerea acestuia la radiații ultraviolete. Această metodă poate fi utilizată împreună cu tratamente chimice pentru a obține transparența dorită.

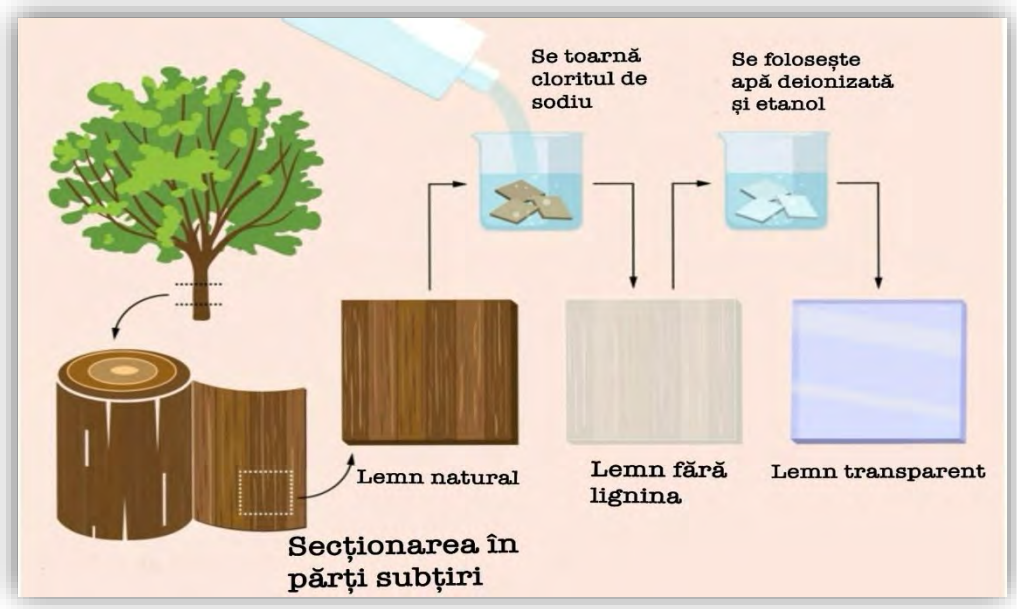


Figura 3 -Descrierea procesului
Sursa: https://ecoinventos.com/madera-transparente/

În unele cazuri, lemnul poate fi presat și laminat pentru a îmbunătăți transparența și rezistența acestuia. Acest proces poate implica utilizarea de rășini transparente sau alte materiale de întărire.

După ce lemnul devine transparent, acesta poate fi finisat și prelucrat în funcție de aplicație. Acest lucru poate include șlefuirea, tăierea, modelarea sau aplicarea de lacuri sau alte finisaje de protecție.

Producția începe cu lemn natural și netratat care este tăiat în felii subțiri. Grosimea discurilor de lemn este puțin peste un milimetru. Uscarea are loc apoi la temperaturi de peste 100 de grade Celsius. Lignina este apoi spălată din felii folosind un proces chimic. Se folosește mai întâi cloritul de sodiu, care dizolvă lignina din fibrele lemnului. Proporția de lignină din lemn este între 15 și 30

la sută - în funcție de tipul de lemn, lemnele de rășină conținând mai multă lignină. Lignina dizolvată este apoi spălată complet folosind apă deionizată și etanol.



Figura 4-Rezultatul final al procesului de prelucrare a lemnului transparent

Sursa: https://elpais.com/tecnologia/2024-03-18/por-que-los-cientificos-estan-fabricando-madera-transparente.html

2.3 Caracteristicile lemnului transparent în comparație cu lemnul și sticla

Lemnul transparent reprezintă o combinație unică între calitățile naturale ale lemnului și transparența sticlei, oferind avantaje distincte în comparație cu lemnul și sticla în ceea ce privește transmiterea luminii, rezistența la impact, durabilitatea și stabilitatea dimensională. În primul rând, spre deosebire de lemnul obișnuit, lemnul transparent permite pătrunderea luminii naturale în interiorul spațiilor, contribuind la crearea unui mediu luminos și confortabil, în timp ce păstrează aspectul natural al lemnului. De asemenea, în comparație cu sticla, lemnul transparent prezintă o rezistență sporită la impact, fiind mai puțin susceptibil la fisurare sau spargere în urma loviturilor sau a altor solicitări mecanice.[7] În ceea ce privește durabilitatea, lemnul transparent poate fi tratat pentru a rezista la deteriorare cauzată de umiditate, radiații UV și agenți biologici, oferind o viață lungă și o performanță fiabilă în diverse medii și condiții climatice. De asemenea, stabilitatea dimensională a lemnului transparent este superioară celei a lemnului obișnuit, având capacitatea de a-și menține forma și dimensiunile inițiale în ciuda variațiilor de umiditate și temperatură, ceea ce îl face potrivit pentru aplicații în care precizia și consistența sunt esențiale.

Tabel 1 Caracteristicile materialelor

	LEMN [7]	**STICLA** [8], [9]	**LEMN TRANSPARENT**
1.Categoria materialului:	-structural -de închidere și compartimentare -finisaj	-de închidere și compartimentare; -arhitectural;	-mai izolator decât sticla -structural -arhitectural -este de aproximativ trei ori mai rezistent decât plasticul transparent
2.Domeniul de utilizare:	-elemente structurale(stâlpi, grinzi) -închideri: panouri, elemente plane	-în tehnologie (ecrane); -în clădiri, sub formă de ferestre; -în industria	-în clădiri, sub formă de ferestre -în industria auto(parbrize) -în tehnologie (ecrane)

	prefabricate, tâmplării -finisaje -mobilier -învelitori(șindrilă, sită)	auto(parbrize);	-în construcția panourilor solare
3.Tipuri de clădiri la care se utilizează:	-locuințe individuale (rezidențiale); -spații de depozitare; -anexe.	-locuințe individuale; -spații de depozitare; -anexe	-locuințe individuale
4.Conductivitate termica:	0,03-0,2 W	0.8- 1.5 W	0.03 -0.25W
5.Densitatea	300 - 900 Kg/m³	2.500 kg/m³;	300-900 Kg/m^3
6. Rezistența la compresiune:	3-50 N/mm^2	1000 N/mm^2	5-60N/mm^2
7.Factor de elasticitate	6-20 GPa	70GPa	5-15 GPa
8.Grad de rezistență la foc:	200-250°C	1400-1600°C in funcție de tipul si grosimea sticlei.	200-250°C
9 Transmisie optică	0%	100%	85%

Procesul de transparentizare a lemnului este aplicabil pe diverse specii de lemn, însă unele esențe sunt considerate mai potrivite din punct de vedere al porozității, omogenității, durității și aspectului final. Lemnul cu pori mici sau închiși este mai ușor de transparentizat și oferă o transparență uniformă, în timp ce textura uniformă și lipsa nodurilor sau imperfecțiunilor asigură o transparență uniformă. De asemenea, lemnul dur este mai rezistent la procese precum îndepărtarea ligninei, oferind stabilitate și rezistență sporite lemnului transparent finit. Anumite esențe de lemn prezintă caracteristici estetice unice, cum ar fi nuanțele de culoarecare pot influența aspectul final al lemnului transparent.

Cu toate acestea, nu există o esență de lemn considerată optimă pentru transparentizare, deoarece acest lucru depinde de preferințele estetice și de cerințele specifice ale fiecărui proiect. Esențe precum pinul, abanosul, frasinul sau fagul pot fi utilizate cu succes în acest proces, fiecare având avantajele și considerentele sale proprii.

În ceea ce privește pierderea rapidă a culorii în urma procesului de transparentizare, acest aspect poate varia în funcție de mai mulți factori, cum ar fi tipul de lemn și metoda de transparentizare utilizată. Evaluările și testele sunt esențiale pentru determinarea esenței de lemn și

a tehnicii de transparentizare care produc cele mai bune rezultate în funcție de cerințele specifice ale proiectului.[10]

2.4 ***Avantajele și dezavantajele lemnului transparent***

***<u>Avantaje ale lemnului transparent</u>*:**

-**Estetică unică**: Lemnul transparent oferă un aspect estetic deosebit, permițând luminii să pătrundă prin el și creând un aspect modern și atrăgător.

-**Durabilitate**: Lemnul transparent tratat corect poate fi foarte durabil și rezistent la intemperii, putând fi utilizat într-o varietate de aplicații.

- **Ecologic**: Deoarece este fabricat din lemn natural, lemnul transparent este o opțiune ecologică și sustenabilă pentru diferite proiecte. În comparație cu alte materiale, cum ar fi plasticul sau aluminiul, care au un impact semnificativ asupra mediului în toate etapele de producție și utilizare, lemnul transparent poate fi considerat mai puțin poluant, mai ales în ceea ce privește emisiile de gaze cu efect de seră. [11]

-**Flexibilitate în design**: Datorită aspectului său unic, lemnul transparent oferă designerilor o flexibilitate mai mare în crearea unor proiecte inovatoare și creative.

<u>Dezavantaje ale lemnului transparent:</u>

-**Cost**: Lemnul transparent poate fi mai scump decât alte tipuri de lemn din cauza procesului de fabricare și a tratamentului chimic necesar pentru a obține transparența.

Sensibilitate la expunerea la lumină UV: Lemnul transparent poate suferi decolorare sau alte deteriorări în timp în urma expunerii la lumina ultravioletă.

-**Complexitatea procesului de fabricare**: Procesul de fabricare a lemnului transparent este complex și necesită utilizarea substanțelor chimice potrivite și a unor tehnici specifice.

3. ***Exemple și studii de caz a utilizării lemnului transparent***

-**Centrul Cultural Vennesla, Norvegia**: În acest proiect de arhitectură remarcabil din Norvegia, lemnul transparent a fost utilizat pentru a crea o fațadă din lamelă de lemn fin, care permite pătrunderea luminii naturale în interiorul clădirii și creează un ambient cald și primitor pentru vizitatori. Această utilizare inovatoare a lemnului transparent demonstrează potențialul său în crearea spațiilor luminoase și confortabile în cadrul clădirilor publice și culturale.

-**Studiul de cercetare asupra lemnului transparent pentru energie solară**: În domeniul științific, cercetătorii au investigat utilizarea lemnului transparent pentru producția de panouri solare eficiente. Prin îmbunătățirea proprietăților optice ale lemnului transparent, cum ar fi transmiterea luminii și absorbția radiației solare, aceștia au explorat posibilitatea de a utiliza acest material ca substrat pentru celulele solare, deschizând noi perspective în domeniul energiei regenerabile și al tehnologiilor durabile.

-**Mobilier și elemente decorative din lemn transparent:** În designul interior și în industria mobilierului, lemnul transparent a fost utilizat pentru a crea piese unice și elegante, cum ar fi mese, scaune sau obiecte decorative. Aceste produse combină frumusețea și calitatea estetică a lemnului cu transparența și luminozitatea sa, adăugând o notă distinctivă și contemporană în amenajările interioare și în spațiile comerciale.

-**Covorul de alergare din lemn transparent la Universitatea Harvard:** Într-un experiment inovator la Universitatea Harvard, cercetătorii au dezvoltat un covor de alergare transparent, realizat

din lemn transparent tratat special. Acest covor permite vizualizarea structurii picioarelor și a poziției corpului în timpul alergării, facilitând monitorizarea și analiza mișcărilor și a biomecanicii alergării pentru cercetarea și îmbunătățirea performanței sportive și a recuperării medicale.

4. *Concluzii*

Cercetătorii au identificat lemnul transparent ca pe o alternativă potențială pentru înlocuirea plasticului, material cunoscut pentru contribuția sa la creșterea nivelului de poluare. In urma unui studiu in Statele Unite s-a subliniat faptul ca o fereastră din lemn este produsă cu 45% mai puține emisii decât una din clorură de polivinil (PVC) și cu 47% mai puține emisii decât cele din aluminiu. În acest fel, emisiile de gaze cu efect de seră ar putea fi reduse semnificativ.

Lemnul transparent păstrează multe din proprietățile benefice ale lemnului, cum ar fi rezistența la compresiune, ușurința în lucrare și aspectul natural,în plus acesta oferă și avantajele transparenței, precum permeabilitatea luminii și designul estetic. Acesta poate fi utilizat într-o varietate de domenii, inclusiv în construcții, mobilier, decorațiuni interioare și chiar în tehnologii electronice.

Lemnul transparent reprezintă o contribuție semnificativă în cadrul economiei circulare, deoarece valorifică resursele de lemn într-un mod inovator, extinzând astfel ciclul de viață al acestui material tradițional. Prin evitarea eliminării sau a proceselor complexe de reciclare, lemnul transparent permite transformarea pieselor de lemn cu potențial redus de utilizare, cum ar fi cele afectate de defecte sau recuperate din structuri vechi, într-o formă valoroasă și durabilă, contribuind astfel la reducerea deșeurilor și la utilizarea eficientă a resurselor.

BIBLIOGRAFIE

[1] https://mihaivale.ro/lemnul-material-de-constructie/
[2] https://ro.wikipedia.org/wiki/Lignin%C4%83
[3] https://ro.wikipedia.org/wiki/Sticl%C4%83_laminat%C4%83
[4] https://pdfcoffee.com/10-industria-sticlei-pdf-free.html
[5] https://zuperbio.ro/ce-inseamna-biodegradabil-si-compostabil/
[6] https://knowablemagazine.org/content/article/technology/2023/why-scientists-are-making-transparent-wood
[7] Cornel Furdui, Luminița Fekete-Nagy- Structuri de lemn Curs pentru studenții anului III CCIA
https://ro.scribd.com/doc/33168738/1-CURS-LEMN
[8] https://www.saint-gobain-glass.ro/ro/proprietati-fizice-ale-sticlei,
[9] https://ro.scribd.com/document/144869114/Caracteristici-Tehnice-Ale-Sticlei
[10] Sorin Pătraș- "Constructii din lemn" https://romwoodhouse.ro/CURS_I_LEMN.pdf
[11] https://ecoinventos.com/madera-transparente/

EFICIENȚA ARMĂTURII DE FIBRE TEXTILE ÎN MORTAR

Autor/autori

Ștefania Andreea CROITORIU[1], Antonia COSTEA[2]
[1]*Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnica din Cluj-Napoca., e-mail:croitoriustefania@gmail.com.*
[2]*Facultatea de Construcții., Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, e-mail:.antonia_costea_2004@yahoo.ro*

Îndrumător/îndrumători
Conf. dr. ing. Claudiu ACIU[3]
Șef l. dr. ing. Elena JUMATE[4]
[3]*Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, , e-mail:Claudiu.Aciu@ccm.utcluj.ro.*
[4]*Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, , e-mail:Elene.Jumate@ccm.utcluj.ro.*

REZUMAT: *În contextul alarmant al producției și gestionării deșeurilor textile la nivel global, lucrarea noastră experimentală se concentrează pe utilizarea armaturii textile compuse din fibră acrilică în compoziția mortarului, cu scopul de a promova reciclarea și durabilitatea în industria construcțiilor.*

Anual, se produc până la 100 de miliarde de articole vestimentare, majoritatea conținând materiale plastice, inclusiv fibre sintetice. Doar 20% din textile sunt reciclate, lăsând o cantitate uriașă de 42 de milioane de tone de deșeuri plastice generate de industria textilă. Acestea includ microfibrele de plastic, care, eliberate în apă la fiecare spălare, contribuie la poluarea oceanelor cu până la 500.000 de tone anual.

Având în vedere aceste cifre alarmante, lucrarea noastră își propune să evalueze potențialul armaturii textile în mortar ca o soluție sustenabilă și eficientă pentru a contracara această criză globală a deșeurilor textile.

De asemenea, lucrarea noastră se bazează pe o comparație între utilizarea armaturii textile compuse din fibră acrilică și fibra de polipropilenă în compoziția mortarului. Vom evalua performanța și impactul ambiental al ambelor tipuri de armături, pentru a identifica cea mai eficientă și sustenabilă opțiune pentru industria construcțiilor.

Cuvinte cheie: deșeuri textile, fibra textila, polipropilena, armatura, mortar.

1. Introducere

1.1.1. Scopul lucrării

Începând cu conceptul de mortar, un material de construcție esențial format dintr-o pastă de ciment și nisip, putem să-l întărim asemenea betonului, prin adăugarea de armături pentru a îmbunătăți rezistența și durabilitatea. Astfel, mortarul armat devine o soluție viabilă și eficientă pentru diverse aplicații în construcții, având potențialul de a fi valorificat pe deplin.

Fibrele, indiferent de tipul lor, contribuie la îmbunătățirea caracteristicilor mortarului simplu. Mortarul armat cu fibre poate fi folosit alternativ sau complementar, oferind avantaje semnificative din punct de vedere constructiv și economic

Motivul cercetării pornește de la conștientizarea faptului că hainele noastre pot găsi noi utilizări și valori în diverse industrii, inclusiv în construcții, am decis să explorăm posibilitatea utilizării materialelor textile reciclate pentru a consolida mortarul. Această alegere a fost influențată și de recunoașterea problemei crescânde a deșeurilor textile, care a contribuit la orientarea noastră către o soluție mai sustenabilă. Astfel, am făcut trecerea către ideea de fibre textile reciclate și integrarea lor, in comparație, cu fibrele de polipropilenă,

adaptându-le la dimensiuni similare, pentru a realiza o paralela între armătura tradițională și inovația noastră.

Principalul obiectiv al acestei lucrări este de a evalua eficienta si durabilitatea armaturii textile in comparație cu cea din polipropilena, subliniind importanta găsirii de soluții durabile pentru probleme legate de gestionarea deșeurilor si dezvoltarea sustenabila a industriei construcțiilor.

În partea experimentală a lucrării, s-au utilizat trei rețete de mortar: una simplă, una cu fibre de polipropilenă și una cu fibre textile. Determinările au fost efectuate atât pe mortarul proaspăt, cât și pe cel întărit, după 28 de zile

1.1.2. Tipuri de fibre utilizate

I. Fibre de polipropilena

Fibrele de polipropilenă sunt fibre sintetice obținute din polimerizarea propilenei. Ele sunt apreciate pentru rezistența lor la umiditate, produse chimice și deteriorare, precum și pentru durabilitatea și ușurința în procesul de producție. Aceste fibre sunt utilizate în diverse aplicații, inclusiv în industria textilă, producția de covoare, ambalaje și materiale izolante. Procesul de obținere implică extrudarea propilenei prin filare și tratarea ulterioară pentru a obține proprietățile și caracteristicile dorite în funcție de aplicația finală.

II. Fibre textile din acril 100%

Fibrele acrilice, cunoscute și sub denumirea de poliacrilonitrilice, sunt fibre sintetice obținute prin polimerizarea acrilonitrilului. Aceste fibre sunt apreciate pentru proprietățile lor similare cu cele ale lânii, inclusiv aspectul și textura, dar cu costuri mai reduse. Ele prezintă rezistență la intemperii, abraziune și produse chimice, fiind utilizate în diverse aplicații, cum ar fi îmbrăcăminte, tapițerie și materiale pentru textile tehnice. Procesul de obținere implică polimerizarea acrilonitrilului în prezența unor catalizatori și a altor aditivi, urmată de filare și tratamente suplimentare pentru obținerea proprietăților dorite. În funcție de conținutul de acrilonitril din copolimer, sunt clasificate drept acrilice sau modacrilice conform standardelor ISO.

1.2. Caracteristicile fizico-chimice ale fibrelor utilizate

Tabelul 1.Caracteristicile fibrelor de polipropilenă, respectiv fibra de acril.

Tipul fibrei	**Polipropilenă**	**Acril**
Rezistența la acizi	inertă	inertă
Rezistenta la alcalini	inertă	rezistența medie
Temperatura de topire	150°C	170°C
Densitatea (g/cm)	0,9	1,17
Rezistența la mediu uscat (N/tex)	0,54	0,22–0,26
Modulul de elasticitate (N/tex)	4 - 8 N/tex	2,2–3,5 / 5,3–6,2 N/tex

2. Studiu de caz

2.2.1. Materiale necesare si prepararea rețetelor

La prepararea rețetelor s-a folosit ciment de clasa CEM I 42,5 R si agregate aduse pe sort 0-4 mm. Rețeta R1 este una compusa doar din ciment, agregate si apa, iar la celelalte

doua, s-au adăugat pe rând 7g de fibre, in R2 fibre de polipropilena (Figura 1.a), in R3 fibre textile (Figura 1.b) .

Figura 1.a. Fibre de polipropilenă



Figura 1.b. Fibre textile



Tabelul 2.Rețetele de mortar.

Rețeta de mortar	Ciment CS IV (g)	Nisip (g)	Apă (l)	Fibre (g)
R1	2695	10850	2,125	0
R2	2695	10850	2,120	7
R3	2695	10850	2,145	7

In ceea ce privește omogenitatea amestecului, s-a urmărit cu precădere modul in care s a realizat dispersia fibrelor in masa de mortar. Amestecarea s-a făcut cu melcul omogenizator fixat in mandrina unei mașini de găurit.

2.2. Determinări asupra mortarelor

Determinările care s-au efectuat, atât pe mortarul proaspăt cât și pe cel întărit, au fost: consistența preliminară utilizând conul etalon; consistența mortarului prin metoda răspândirii; lucrabilitatea mortarului proaspăt; densitatea aparentă a mortarului proaspăt; tendința de segregare; densitatea aparentă a mortarului întărit; rezistența la întindere prin încovoiere; rezistența la compresiune.

2.2.1. Determinări pe mortarele proaspete

2.2.1.1 Densitatea aparentă

Tabelul 3. Densitatea aparentă a mortarelor.

Proba	Volumul vasului (cm^3)	Masa vasului gol (g)	Masa vasului plin (g)	Densitatea (g/cm^3)
R1	1000	163	2296	2.13
R2	1000	165.5	2303.2	2.137
R3	1000	164	2300	2.136

2.2.1.2 Consistența mortarului prin metoda răspândirii

Tabelul 4. Consistența mortarului prin metoda răspândirii.

Proba	Consistența (cm)
R1	18,5
R2	20,4
R3	20,7

2.2.1.3 Tendința de segregare

Tabelul 5. Tendința de segregare

Proba	Consistența stratului superior (cm)				Consistența stratului inferior (cm)				
		C_{s2}	C_{S3}	C_S	C_{i1}	C_{i2}	C_{i3}	C_i	$S=\frac{\pi}{48}\cdot(C_s^3-C_i^3)$
R1	9,5	9,2	9,5	9,4	7	7,2	7,1	7,1	30,7
R2	9,1	9,5	9,7	9,4	8,2	8	7,9	8,03	20,3
R3	9	8,8	8,7	8,83	7,2	7,6	7	7,26	19,9

2.2.2 Determinări asupra mortarelor întărite

După efectuarea determinărilor pe mortarul proaspăt, fiecare rețetă a fost turnată în trei prisme de dimensiuni 40x40x160 mm și au fost lăsate să se întărească timp de 24 de ore la o temperatură constantă. A doua zi, acestea au fost decofrate și plasate într-o cutie cu aer umed, unde au fost păstrate până la atingerea celor 28 de zile, momentul în care au avut loc determinările pe mortarul întărit.

2.2.2.1 Rezistența la încovoiere

Determinarea s-au făcut cu ajutorul aparatului Fruhling-Michaelis pe prismele turnate pentru fiecare rețetă. Fibrele de polipropilenă s-au dispersat uniform în masa mortarului, asigurând o rezistență mai mare la încovoiere datorită unei distribuții mai eficiente a forțelor. În schimb, fibrele textile nu s-au descompus în fire subțiri, afectând distribuția uniformă și reducând rezistența la încovoiere. Fibrele de polipropilenă s-au dovedit mai eficiente în întărirea mortarului decât cele textile.

Aspectul probelor după ruperea acestora ca efect al încovoierii se poate observa in: Figura 2.a (rețeta de mortar simplu), Figura 2.b (mortar cu armătură de polipropilenă), Figura 2.c (mortar armat cu fibre textile).

Figura 2.a



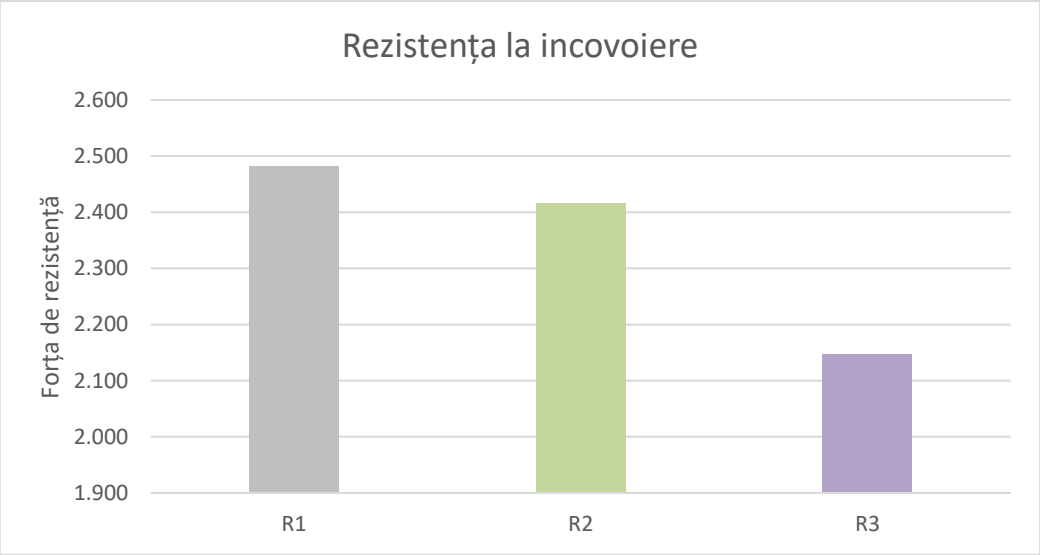
Figura 2.b



Figura 2.c



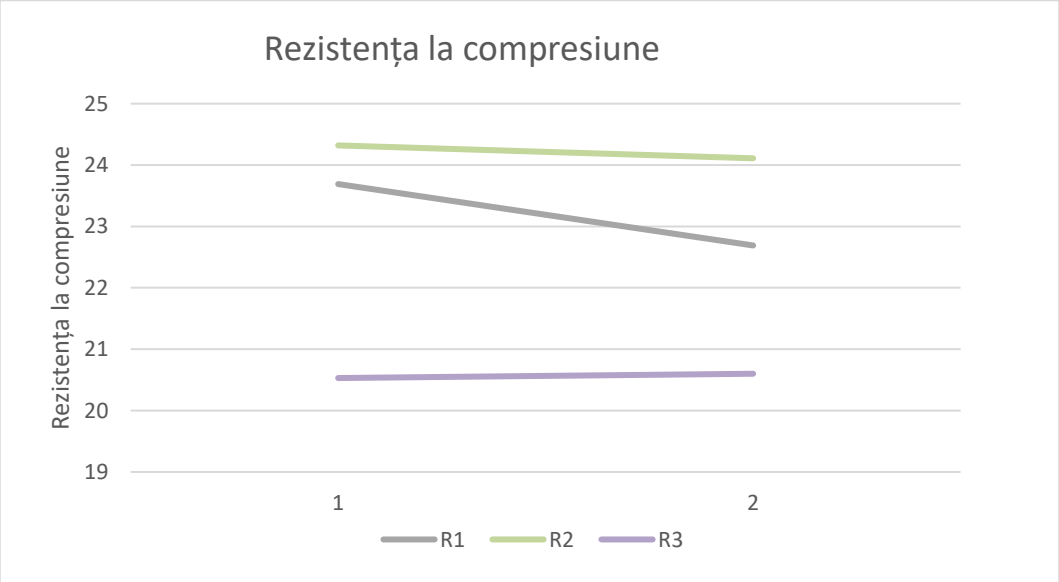
Figura 3. Reprezentarea grafică a rezistenței la întindere prin încovoiere la 28 de zile pentru mortarele utilizate în programul experimental



2.2.2.2 Rezistența la compresiune

Aceasta determinare s-a realizat pe cele 6 resturi de prisme ramase după încercarea la încovoiere cu ajutorul presei hidraulice.
Determinarea s-a făcut la presa hidraulică, pe fiecare jumătate a fiecărei prisme, iar media rezultatelor a fost calculată pentru fiecare rețetă, obținându-se cate doua valori medii pentru fiecare rețeta. Conform graficului, rețeta în care s-au inclus fibre de polipropilenă prezintă cea mai mare rezistență la compresiune, depășind chiar rezistența mortarului simplu. Totuși, rezistența la încovoiere a acestei rețete este mai mică decât cea a mortarului simplu. Fibra textilă înregistrează cea mai scăzută rezistență la compresiune, dar valorile sale se apropie de celelalte două rețete, sugerând că adăugarea de fibre contribuie la îmbunătățirea rezistenței generale a mortarului.

Figura 4. Reprezentarea grafică a rezistenței la compresiune la 28 de zile



3. Concluzii

Putem spune ca utilizarea fibrelor textile în mortar poate fi luată în considerare, deși valorile obținute sunt sub performanța rețetei simple. Cu toate acestea, este important să subliniem că aceste valori depășesc nivelul minim acceptabil. În experimentul nostru, s-au folosit doar 7 grame de fibre textile, iar rezultatele sugerează că o cantitate mai mare ar putea duce la îmbunătățirea performanțelor. Prin urmare, există potențial pentru ca utilizarea unei cantități mai mari de fibre textile să conducă la rezultate mai bune și să crească rezistența generală a mortarului.

Deși utilizarea fibrelor textile în mortar poate implica costuri mai ridicate, avantajele pot fi semnificative din punct de vedere al protecției mediului și al promovării unei lumi mai educate în ceea ce privește reciclarea și procesele similare. Chiar dacă prețul poate fi un factor de decizie, investiția în materiale reciclabile și sustenabile poate avea un impact pozitiv pe termen lung asupra mediului înconjurător și poate contribui la educarea și conștientizarea comunității în privința importanței protejării resurselor naturale, Această direcție ar putea fi explorată în viitoarele cercetări pentru a obține o înțelegere mai profundă a potențialului și a limitărilor utilizării fibrelor textile în compoziția mortarului.

BIBLIOGRAFIE

1. https://ecoteca.ro/situatia-deseurilor-textile-in-romania-in-ce-stadiu-suntem-si-ce-mai-e-de-facut-ce-actiuni-pot-adopta-consumatorii.html
2. https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/reinforced-mortar
3. https://en.wikipedia.org/wiki/Textile-reinforced_mortar
4. https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0266353897000122
5. https://www.researchgate.net/publication/336319167_Effect_of_Polypropylene_Fiber_on_Properties_of_Mortar
6. https://www.dex-tex.info/clasificarea-fibrelor-chimice-sintetice/fibrele-de-polipropilena
7. https://www.dex-tex.info/clasificarea-fibrelor-chimice-sintetice/fibrele-acrilice-poliacrilnitrilice-pan#google_vignette
8. *Building materials and applied chemistry* / Claudiu Aciu, Daniela Lucia Manea, Alexandru Gheorghe Netea. - Second Edition. - Cluj-Napoca : Editura U.T. Press, 2013

„UTILIZAREA DEȘEURILOR SOLIDE ȘI A MATERIALELOR RECICLABLE ÎN COMPOZIȚIA BETONULUI CU ARMĂTURĂ DISPERSĂ”

Autori
Roxana - Elena G.M. FILIPESCU[1*], Nicolas - Filip N. PARNEA[2], Laurențiu I. GRIGORE[3]
[1]*Facultatea de Construcții, Universitatea ”Ovidius” Constanța, roxana.filipescu@365.univ-ovidius.ro*
[2]*Facultatea de Construcții, Universitatea ”Ovidius” Constanța, nicolas-filip.parnea@365.univ-ovidius.ro*
[3]*Facultatea de Construcții, Universitatea ”Ovidius” Constanța, laurentiu.grigore@365.univ-ovidius.ro*

Îndrumător
SL. Dr. Ing. Sunai GELMAMBET
Facultatea de Construcții, Universitatea ”Ovidius” Constanța, gelmambets@univ-ovidius.ro

REZUMAT: *Lucrarea abordează folosirea unor materiale reciclabile (adaosuri de fibră de sticlă, fibră optică, sticlă și plastic reciclate) pentru obținerea unui beton cu armătură dispersă (beton ecologic, prietenos cu mediul înconjurător), utilizat în elemente structurale sau nestructurale de construcții. Se evaluează parametrii fizico-mecanici ai adaosurilor în beton, modul de preluare – prelucrare a acestora din produsele reciclate și parametrii betonului obținut. Este prezentată relevanța studiului atât în domeniul materialelor de construcții cât și cu privire la protecția mediului și reducerea emisiei de carbon în sectorul construcțiilor – obiectiv național și al Uniunii Europene în pachetul de măsuri ”Pregătiți pentru 55 în 2030”.*

Cuvinte cheie: reciclare, beton ecologic, reducerea emisiilor, aquis comunitar

1. Introducere

Reciclarea și reutilizarea deșeurilor, atât menajere cât și rezultate din construcții și demolări prin includerea lor în materiale de construcție ecologice reprezintă o direcție ce se va dezvolta în mod necesar. Aceasta vine din două imperative convergente: lupta pentru protejarea mediului / diminuarea amprentei de carbon și fragilitatea stabilității geopolitice în tot mai multe regiuni ale globului. Poluarea și încălzirea globală generează efecte pe care majoritatea oamenilor le resimt deja. Instabilitatea și conflictul armat blochează fluxurile de aprovizionare cu materiale de construcție și în același timp generează nevoi urgente de construire.

Uniunea Europeană elaborează permanent noi politici pentru protejarea mediului și reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră, pe care România nu le-a implementat suficient (încă planează riscul procedurii de infringement) și ținte tot mai ridicate pe care nu le putem atinge.

Ultimii ani au demonstrat că nici poluarea, nici schimbările climatice și nici războiul nu mai cunosc frontiere și nu sunt nici predictibile și nici gestionabile. Prin urmare cercetarea în domeniu, adaptarea standardelor și normativelor, se vor impune. Lucrarea prezentă analizează posibilitatea realizării unui beton ecologic prin înglobarea în compoziția sa a unor deșeuri (sticlă, PET) care să prezinte avantaje din punct de vedere structural / al compoziției, să reducă masa deșeurilor menajere sau din construcții, să reducă emisiile de gaze și consumul de energie electrică, să reprezinte o soluție accesibilă acolo unde este dificilă aprovizionarea cu materiale.

2. Istoricul betonului cu armare dispersă

Betonul este unul dintre cele mai utilizate și mai vechi materiale de construcții, una dintre cele mai vechi dovezi ale utilizării acestui material datând din anul 5600 î.Hr. în Serbia, unde au fost găsite rămășițele unei colibe cu “podeaua” realizată din var, nisip și pietriș.[1]

Pionieratul folosirii armării disperse a matricelor pe bază de ciment este atribuit lui Romualdi, Batson, Krenchel şi Biryukovich. Din cele cunoscute până în prezent rezultă că primul patent care se referă la elemente din beton armat dispers cu fibre de oţel datează din 1874 şi a fost brevetat în California (SUA) de A. Berard, care a încercat să mărească rezistenţa betonului prin adăugarea unor resturi de oţel inegale.[2]

La noi în țară, un loc aparte îl ocupă inginerul român George (Gogu) Constantinescu, care a făcut numeroase cercetări în acest domeniu, contribuția sa fiind amintită în numeroase lucrări de specialitate editate pe plan național și internațional. În lucrările sale, din 1943 în Anglia și 1945 în SUA se detaliază noul material, betonul armat cu fibre de oțel, în conceptul utilizării actuale.

3. Studiu de caz: armarea betonului cu fibre PET

Pentru a pune în evidență efectul utilizării fibrelor PET în compoziția elementelor din beton, am analizat studiul ”Caracteristici Mecanice și Structurale ale Plăcilor Armate cu Fibre PET” al autorilor Laith Sh. Rasheed, Alaa M. Shaban & Abdulrasool Thamer Abdulrasool de la Universitatea din Kerbala, Irak, din anul 2021. Acesta abordează comportamentul plăcilor de beton armate pe 2 direcții, (realizându-se încercări pe patru plăci de beton). Procentele de fibre PET au fost (0,5, 1, 1,5, 2) %, cu o placă de referință fără fibre testată până la cedare sub sarcină monotonă. Sarcina ultimă, sarcina de rupere, raportul efort-deformație și modelele de fisurare ale tuturor plăcilor sunt raportate. Constatările arată că utilizarea fibrelor de PET pentru întărire ar putea crește rezistența finală și rigiditatea la încovoiere a plăcilor în mod considerabil. Rezultatele testelor mecanice relevă o scădere a rezistenței la compresiune odată cu creșterea conținutului de fibre PET, dar prezintă o creștere clară a rezistenței la rupere, îmbunătățire evidentă.

În tabelul de mai jos sunt prezentate proprietățile fizice ale fibrelor de PET:

Densitate (g/cm^3)	1.39
Absorbție (%)	Nil (0%)
Lungime (mm)	15
Rezistența la tracțiune	≤150 MPa
Deformație ultimă (%)	20

Tabel 1-Proprietățile fizice ale fibrelor de PET.[4]

Mai jos sunt prezentate elementele constituente ale betonului armat cu ajutorul căruia au fost întocmite probele, conform studiului sus-menționat:

Proba	Masa componentelor betonului (kg)					A/C(1)	C/PS (2)	SP C(3)	PET (%)(4)	Tasare a (mm)
	ciment	FS	apă	nisip	pietriș					
Control	400	24	155	875	975	0.387	6 %	1	0.0	75
1	400	24	155	875	975	0.387	6 %	1	0.5	65
2	400	24	155	875	975	0.387	6 %	1	1	65
3	400	24	155	875	975	0.387	6 %	1	1.5	65
4	400	24	155	875	975	0.387	6 %	1	2	65

(1) Raportul apă-ciment
(2) Raportul ciment- praf de siliciu
(3) Dozajul super plastifiantului 1% (i.e. 1000ml/100 kg de ciment)
(4) Conținutul de fibre de PET ca procent din volumul amestecului

Tabel 2-Proporțiile componentelor betonului.[4]

Configurarea probelor:
Placa de beton folosită în studiu a fost construită de către autori în conformitate cu specificațiile ACI-318. Plăcile de beton sunt proiectate cu dimensiunile de 800 × 800 × 50 mm și folosind 6 bare de armătură din oțel care au un diametru Ø 5 mm, cu o adâncime de 32,5 mm și, de asemenea, o spațiere de 150 mm de la un centru la altul, așa cum este prezentat în tabelul 3 și Figura 1.[4]

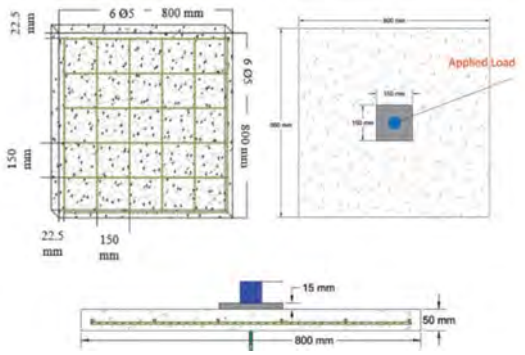


Fig.1 -Proiectarea structurală a plăcii de beton armat.[4]

Dimensiuni	Adâncime (d)	Spațiere	Diametru oțel	Acoperirea cu beton	f_y	ρ	Nr. bare /direcție
800x800x50 mm	35 mm	150 mm	Ø 5 mm	15 mm	400 MPa	0.00453	6 bare

Tabel 3-Caracteristicile structurale ale plăcii de beton armat.[4]

Rezultate si discuții:
Proprietățile mecanice ale tuturor amestecurilor de beton utilizate în acest studiu sunt afișate în tabelul 4:

Vechime (zile)	Amestec Nr.	Rezistența la compresiune (Mpa)	Rezistența la tracțiune la rupere (MPa)	Modul de rupere (MPa)	Viteza impulsurilor ultrasonice (m/s)	Indice de recul
7	Control	36.88	3.46	3.03	4806	32
	PET-0.5%	33.90	2.68	2.95	4686	30
	PET-1%	30.87	2.96	2.44	4652	27
	PET-1.5%	27.71	3.19	2.19	4651	27
	PET-2%	27.30	3.25	2.28	4641	26
14	Control	46.83	3.60	3.14	4854	37
	PET-0.5%	44.49	3.12	3.12	4762	31
	PET-1%	42.21	3.2	3.54	4744	29
	PET-1.5%	36.11	3.51	3.6	4696	28
	PET-2%	35.31	3.54	3.75	4651	28
28	Control	51.20	3.68	4.87	5090	41
	PET-0.5%	47.06	3.17	3.51	5000	37
	PET-1%	45.83	3.22	3.55	4854	35
	PET-1.5%	37.86	3.60	3.74	4787	34
	PET-2%	37.81	3.62	4.52	4773	30

Tabel 4-Rezultatele testelor mecanice pentru amestecurile de beton.[4]

Curbele de efort-deformație s-au obținut prin aplicarea unei sarcini concentrate la mijlocul deschiderii plăcii de beton și înregistrarea deformațiilor corespunzătoare la mijlocul

deschiderii armăturii plăcilor de beton. Figura 2 ilustrează curbele efort-deformație măsurate ale tuturor plăcilor de beton utilizate în cadrul studiului. Este foarte clar că comportamentul elastic al plăcilor de beton este mai semnificativ odată cu creșterea procentului de conținut de fibre PET utilizate în amestecurile de beton.[4]

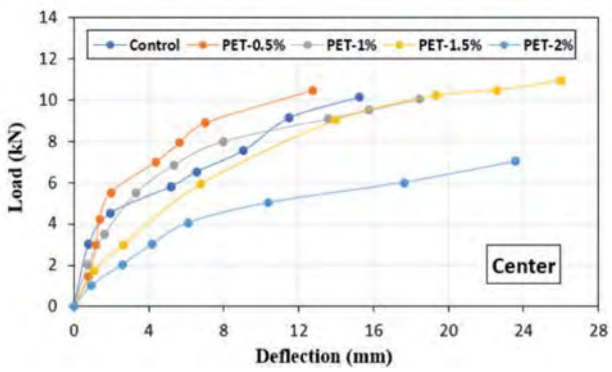


Fig.2 - Curbele de efort-deformație pentru toate plăcile de beton testate la 28 de zile.[4]

Porțiunea liniară a curbei efort-deformație a plăcilor de beton armat cu 0,5% PET are cea mai mare pantă, ceea ce indică un modul ridicat de elasticitate.

4. Date statistice privind reciclarea PET

Conform datelor din ”Planul de Acțiune pentru Economia Circulară”, taxele medii pentru producătorii de PET sunt mult mai mari decât pentru alte tipuri de plastic (141 – 132 euro / tonă) față de 64-74 euro / tonă, din cauza limitelor minime de colectare diferite (55% ptr PET, față de 22.5% pentru alte plastice). [5] Rata de recuperare și reciclare a deșeurilor din ambalaje: România 42.5% , respectiv 39,9% față de media europeană 79,9% / 64,0%. Ținta pentru anul 2021 a fost de 55% și a crescut la 65% pentru anul 2025.

O statistică alarmantă: la nivel european cresc reciclarea și recuperarea deșeurilor dar în același ritm crește și producerea lor. [6]

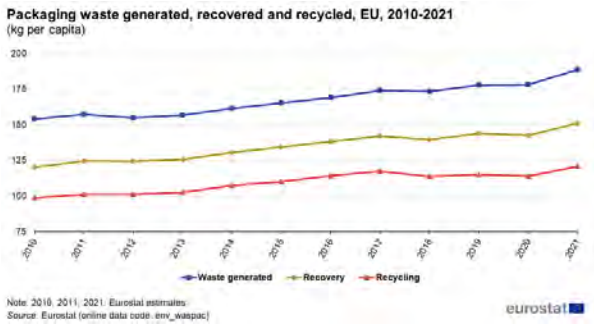


Fig.3- Graficul cantităților de deșeuri din ambalaje produse, recuperate, reciclate [6]

PET -ul (tereftalat de polietilenă) are rezistența la rupere 40 – 90 MPa , modulul de elasticitate 3600 MPa, rezistență la tracțiune - în intervalul de 50-100 MPa , în funcție de gradul de cristalinitate și de procesul de fabricație. Rezistență la impact: PET-ul prezintă o rezistență la impact în jurul a 20-30 kJ/m² , iar această valoare poate varia în funcție de grosimea și structura materialului. Duritate: Duritatea materialului PET poate fi exprimată în diverse unități, cum ar fi duritatea Shore (75-90) sau Rockwell (90). Densitate: 1,39 g/cm^3. [7]

Reciclarea PET clasică, cel mai frecvent întâlnită (producerea de fulgi și granule și injectarea lor în noi forme) este consumatoare de materiale și energie și generatoare de CO_2 / gaze cu efect de seră. Pentru 1 kg de fulgi sau granule de PET reciclat din deșeuri se consumă 3,1 l de apă, 0,02 kg acid sulfuric, 0,01 kg hidroxid de sodiu și prelucrarea necesită un consum energetic de

4,1 MJ (din care 2,6 MJ din arderea gazului natural). Pentru a transforma 1 kg de fulgi sau granule într-un kg de produse reciclate din PET, se consumă 6,2 MJ (în principal din energie electrică). Procesul de topire/injectare a granulelor de PET reciclat generează între 34 și 46 grame de CO_2/ sticla de PET produsă (20g), adică 1,7 – 2,3 kg CO_2 / 1kg PET produs. [8]

5. Folosirea deșeurilor de sticlă în componența unui beton ecologic

Sticla are o rezistență la compresiune în jurul valorii de 100 MPa, comparabilă cu cea a unora dintre agregatele utilizate la betonul armat, un modul de elasticitate de 70 GPa și un coeficient Poisson de 0,22. În mecanismul de fisurare a betonului, unul din punctele în care apar primele fisuri este contactul dintre agregat și pasta de beton. Fragmentele de sticlă sunt netede, prezentând neregularități (dar și posibile fisuri) în secțiunile în care s-a produs ruptura corpului din care provin. Pentru aducerea lor într-o formă mai avantajoasă prizei cu pasta de beton, acestea pot fi amestecate cu alte agregate (pietriș de diferite diametre) și rotirea lor într-o cuvă. Astfel prelucrate, fragmentele de sticlă devin rotunjite, fără fisuri și cu o suprafață rugoasă, oferind priză mai mare cu pasta de beton. Pentru prelucrarea deșeurilor de sticlă pot fi folosite energia valurilor sau a vântului, prelucrarea acestora devenind astfel neutră energetic, cu zero emisii. Prin separare se obțin fragmente de mărimi diferite (10 mm sau mai mult, 1-5 mm sau pudră de sticlă). Utilizarea sticlei în acest mod contribuie la producerea unui beton ecologic, atât prin reciclarea deșeului în sine cât și prin evitarea consumurilor de energie și emisiilor de gaze cu efect de seră, în procesul reciclării ”clasice” a acesteia.

Reciclarea sticlei se face în mod obișnuit prin topirea și remodelarea ei, proces tehnologic ce consumă circa 36505 kWh (13000 MJ) pentru o tonă de recipiente, ceea ce reprezintă aproximativ 87% din energia necesară producerii ei inițiale. Trebuie menționat că această energie provine din surse neregenerabile, integral, respectiv combustibili fosili.

Emisiile de gaze aferente retopirii sticlei sunt similare celor de la fabricarea ei inițială: aproximativ 0,2 tone CO_2/tona de sticlă prelucrată provenit din gazul natural folosit, precum și emisii din furnalul de topire: 1,7 kg de oxizi de sulf / tonă de sticlă și 3 kg de oxizi de azot / tonă de sticlă. [9]

Sticla poate fi folosită în amestecul de beton în trei variante: fragmente rotunjite de minim 10 mm – ca înlocuitor al agregatelor naturale, particule de aproximativ 5 mm ca înlocuitor al nisipului și sub formă de particule fine, de pudră de sticlă (75-150 μm) ca puzzolană – înlocuitor parțial al cimentului.

Pe lângă valoarea ecologică, un beton cu conținut de sticlă are și o deosebită valoare estetică. De asemenea, betonul produs cu un amestec de sticlă și nisip absoarbe cu 14% mai puțină apă decât cel produs doar cu nisip. Oxidul de siliciu din pudra de sticlă reacționează cu hidroxidul de calciu generat în procesul de hidratare, rezultând hidrat de silicat de calciu (C-S-H gel). Astfel, 20 - 30% din ciment poate fi înlocuit cu pudră de sticlă cu dimensiunile între 45 și 75 μm, fără efecte notabile de lungă durată (testat pe un beton de 40 MPa – C40/50). În plus, prezența sticlei în compoziție reduce reacția de alcali-silicație (gel de silicați alcalini în porii betonului) care absoarbe apă și duce la expansiunea betonului. [10]

6. Promovarea betonului ecologic în politicile Uniunii Europene

Betonul ecologic este o formă inovatoare de beton concepută pentru a minimiza impactul asupra mediului în comparație cu betonul tradițional și poate implica utilizarea de materiale reciclate, optimizarea eficienței energetice în producție și promovarea durabilității și a longevității în aplicațiile sale în construcții. În general poate fi caracterizat prin: reducerea amprentei de carbon (prin utilizarea de materiale reciclate sau alternative cu emisii reduse de carbon în procesul de producție), utilizarea de materiale reciclate (include agregate reciclate provenite din demolări sau din alte surse – contribuie la reducerea consumului de materiale noi

și la gestionarea deșeurilor) , durabilitate și longevitate (poate fi proiectat pentru a avea o durată de viață mai lungă reducând astfel consumul de resurse și emisiile presupuse de renovări și reparații), prin promovarea practicilor durabile în lanțul de aprovizionare (poate implica practici durabile și în extracția de materii prime, producția de ciment sau alte componente ale betonului).

În politicile Uniunii Europene, referiri la betonul ecologic se regăsesc în documente și inițiative care vizează reducerea impactului construcțiilor asupra mediului și promovarea unor practici durabile în această industrie Strategia Europeană pentru Materiale de Construcții Durabile, Directivele privind Eficiența Energetică și Performanța în Construcții, Inițiativele privind Economia Circulară. În România au fost demarate ”Planul de acțiune pentru economia circulară pentru România” și ”Strategia națională privind economia circulară” (proiecte complementare), din necesitatea de conformare cu obiectivul UE de neutralitate climatică până în anul 2050 ,”Pactul Ecologic European”. Conform acesteia, ”cele mai mari potențiale de circularitate în sectorul construcțiilor se referă la proiectarea clădirilor și a componentelor acestora..., acordând prioritate materialelor durabile, prietenoase cu mediul și sustenabile, ... la îmbunătățirea gestionării și tratării corespunzătoare a deșeurilor din construcții și desființări. La fel ca în sectorul construcțiilor, proiectele de inginerie civilă și de infrastructură de transport trebuie să includă, de asemenea, aprovizionarea durabilă, proiectarea pentru flexibilitate și dezasamblare, acordând prioritate materialelor durabile și ecologice.”

Strategia încurajează utilizarea de materii prime secundare (reciclabile/reutilizate) în producția de noi produse, cu precizarea că ”actualizarea și dezvoltarea standardelor naționale și a normelor de construcție, precum și a Codului de practică, ar fi necesare pentru a crește utilizarea materialelor de construcție din materiale reciclate sau recuperate”, ținând cont de aplicarea ierarhiei deșeurilor. Aceasta din urmă vizează aplicarea prioritară a metodelor de reciclare și refolosire care au un impact mai redus asupra mediului, față de incinerare. Aspectul subliniază relevanța prezentei lucrări: materialele analizate sunt utilizate după o prelucrare mecanică minimă, care nu presupune consum mare de energie și nici ardere sau prelucrare termică. Mai mult, atât pentru sticlă cât și pentru PET, metodele tradiționale de reciclare presupun topirea (atunci când sunt reciclate). Un beton care înglobează astfel de materiale este într-un grad ridicat ”ecologic”, prin reutilizarea ca atare a unor deșeuri care altfel ar rămâne fie un poluator (de ex PET în ape) fie ar consuma energie și ar degaja CO_2 prin ardere. [11]

7. Economii de energie și reducerea generării de noxe prin folosirea betonului ecologic

Pentru 1 metru cub de beton ecologic se economisește energie / se previn emisii prin utilizarea deșeurilor de sticlă :

Agregat înlocuit	Procent înlocuit	Diametru sticlă (mm)	Masă sticlă (tone)	Cosum energie (kWh/t)	Energie economisită (kWh/t)	Energie de CO2 prevenită (tone)	Emisie de SOx prevenită (kg)	Emisie de NOx prevenită (kg)
Pietris	33%	10-16	0.116	36505	4234.58	0.0232	0.1624	0.348
Nisip	33%	1-4/4-7	0.238		8688.19	0.0476	0.3332	0.714
Ciment	20%	pudră	0.06		2190.3	0.012	0.084	0.18
TOTAL			**0.414**	36505	**15113.07** (54326 MJ)	**0.0828**	**0.5796**	**1.242**

Pentru 1 metru cub de beton ecologic se economisește energie / se previn emisii prin utilizarea deșeurilor de PET :

Tip material adăugat	Procent înlocuit (%)	Densitate PET (kg/m^3)	Masă PET (kg)	Consum energie PET reciclat tradițional (MJ/kg)	Energie economisită beton ecologic (MJ/m^3)	Emisie de CO2 prevenită (kg)
Fibră de PET	0.02	1380	27.6	4.1 (deșeu în peleți)	113.16 (0.03kWh)	
				6.2 (peleți în forme)	171.12 (0.05kWh)	
TOTAL					**284.28 (0.08kWh)**	**63.48**

8. Relevanța studiului în domeniul materialelor de construcții. Schimbarea paradigmei reglementărilor europene în construcții. Rolul materialelor compozite și materialelor ce înglobează deșeuri reciclabile

Piața construcțiilor este reglementată și funcționează după aceleași proceduri și aproximativ cu aceleași procese tehnologice. Dar provocările geopolitice și de securitate apărute în ultimii ani, tot mai acut și tot mai disruptiv, ar putea face necesară, în curând, schimbarea paradigmei actuale. Până în prezent am construit pe timp de pace, cu un acces neîngrădit la materiale de construcții, utilaje și forță de muncă, ”provocarea” cea mai mare rămânând costurile. Se poate ajunge însă în situația în care să fie necesar a fi construite adăposturi pentru populație, lipsind însă capacitățile armatei pentru aceasta, lipsind posibilități de a construi ”clasic”, din cauza precarității aprovizionării cu materiale, a lipsei electricității și utilajelor. Altfel spus, dacă până în prezent se poate construi orice, oricând, oriunde, cu condiția existenței finanțării, în viitorul apropiat poate apărea nevoia de a construi având la dispoziție doar o parte din materiale și în absența unor linii de aprovizionare, chiar dacă există finanțare. Ingineria militară nu va putea (în unele țări deja nu mai poate) acoperi toate aceste nevoi.

În acest context, în care criza poate deveni normalitate și excepția de la standarde – o necesitate, apreciem deosebit de relevant studiul unor variante alternative pentru armarea betonului, pentru materialele folosite ca agregate, pentru realizarea unor materiale de construcții care să prezinte caracteristici fizico-mecanice de rezistență admisibile și care să fie obținute din ceea ce se poate recicla local.

9. Relevanța studiului în domeniul protecției mediului

Pentru a își atinge obiectivele legate de climă, Uniunea Europeană a elaborat un pachet de măsuri intitulat ”Pregătiți pentru 55 în 2030”, care cuprinde mai multe legi și proiecte ce vizează toate sectoarele de activitate ce produc emisii de dioxid de carbon. Sectoarele care nu fac obiectul sistemului de comercializare a certificatelor de emisii, printre care și cel al construcțiilor, produc în continuare aproximativ 60% din totalul emisiilor din Uniune, conform datelor comunicate de Parlamentul European. Pentru România, ținta de reducere a emisiilor gazelor cu efect de seră a crescut de la 2% la 12,7%. [12]

Raportat la tematica lucrării actuale, este relevantă prevederea din Ordonanța nr. 92/2021 actualizată, conform căreia autoritățile de stat centrale ”încurajează producția, dezvoltarea și comercializarea de produse și de componente de produse cu utilizări multiple, care conțin materiale rezultate din reciclare durabile din punct de vedere tehnic”. (Art. 12 lit. b).

Art. 17 prezintă în alin. 7 obligațiile ce revin titularilor de autorizații de construire/desființare, cu precizarea unui procent obligatoriu de 70% din masa deșeurilor nepericuloase, ce trebuie pregătite pentru reutilizare, reciclare și alte operațiuni de valorificare materială, inclusiv operațiuni de rambleiere.

Trebuie menționat faptul că materialele care fac obiectul prezentului studiu pot avea dublă proveniență, respectiv municipale – colectate sau din desființări de construcții (rezultate in situ).

Distincția este utilă în estimarea costurilor sau valorii adăugate prin reciclare: utilizarea deșeurilor provenite din construcții/desființări se încadrează în procentul obligatoriu de 70% prevăzut de lege; utilizarea unor materiale care sunt deșeuri municipale reprezintă un plus, o creștere a gradului de ecologizare a mediului, ambele fiind raportate, după caz, în statisticile anuale, către Uniunea Europeană. [13]

10. Concluzii

Prezentul studiu demonstrează posibilitatea producerii unui beton ecologic, prietenos cu mediul, care are o contribuție netă în reciclarea deșeurilor și reducerea amprentei de carbon. În plus, prin utilizarea fibrelor PET se pot obține rezistențe la întindere pentru elemente structurale și nestructurale. Estimativ, pentru un metru cub de beton ecologic produs astfel se economisește energie evaluată la 15113.15 kWh (54325.4 MJ) și se previne generarea a 146,28 kg CO_2, 0,58 kg oxizi de sulf și 1,24 kg oxizi de azot.

Utilizarea acestor materiale poate contribui la îndeplinirea obligațiilor asumate de România în cadrul politicilor de mediu ale UE, țara noastră fiind încă mult în urma altor state.

Într-o țară neafectată de poluare masivă sau de război, folosirea sticlei sau fibrelor de PET într-un amestec de beton ecologic poate părea ”exotică”, scumpă, neinteresantă economic, în afara normativelor și cutumelor din industrie.

Dar regiuni în care soarele vizibil este un eveniment de excepție? Sau în orașe pe jumătate aduse în stadiu de ruine, în care cad constant bombe și în care camioane cu pietriș nu pot ajunge iar populația are nevoie de adăposturi pe stradă sau de un acoperiș deasupra capului ?
Homo Sapiens a străbătut veacurile inventiv, creativ, a găsit mereu soluții și s-a adaptat și mediului neprielnic, molimelor și războaielor. Întâmplător sau nu, trăim un prezent în care aceste vicisitudini se suprapun.

BIBLIOGRAFIE

1. “Creații universitare 2010”, Al III-lea Simpozion Național,Iași, România, 26 februarie 2010,Evoluția betonului ca material de construcție. Prezentare generală,Ionuț Grădinariu, Mihai Budescu
2. Teză de doctorat-Ing. Radu MUNTEAN-REZUMAT-ELEMENTE EFICIENTE CU FIBRE SINTETICE DIN POLIPROPILENA-Brașov, România-2012
3. https://infopardoseli.ro/stiati-ca-un-roman-are-patent-pentru-betonul-armat-cu-fibre-de-otel/
4. Laith Sh. Rasheed, Alaa M. Shaban & Abdulrasool Thamer Abdulrasool (2021): Mechanical and Structural Characteristics of PET Fiber Reinforced Concrete Plates, Smart Science, DOI: 10.1080/23080477.2021.1997136
5. Parlamentul European, ” Cum să reducem deșeurile provenite din ambalaje în UE? (infografice)”, 15-11-2023
6. Comisia Europeană, agenția Eurostat, Unit E.2: Environmental statistics and accounts; sustainable development, ”Packaging waste by waste management operations. Eurostat. Recycling rates of packaging waste for monitoring compliance with policy targets, by type of packaging”., Octombrie 2023
7. Lenor AB Sweden, ”PET – Technical Data Sheet
8. Pahola Thathiana Benavides, Jennifer B. Dunn Jennifer B. Dunn Systems Assessment Group, Energy Systems Division, Argonne National Laboratory (ANL), Illinois, United States , ”Exploring Comparative Energy and Environmental Benefits of Virgin, Recycled, and Bio-Derived PET Bottles”
9. US Department of Energy, ”Energy Implications of Glass-Container Recycling” – 1994
10. Tamanna, Nafisa & Mohamed Sutan, Norsuzailina & Lee, D & Yakub, Ibrahim. (2013). UTILIZATION OF WASTE GLASS IN CONCRETE. 10.3850/978-981-07-6059-5_090.
11. Ministerul Mediului, ”Strategia Națională privind Economia Circulară” ”, capitolul 4.2.2.
12. Parlamentul European, ” Reducerea emisiilor de CO2: obiective și politici UE” 18-07-2018
13. OUG 92/2021 privind regimul deșeurilor, actualizată

ANALIZA PRINCIPALELOR RISCURI FINANCIARE ÎNTR-O FIRMĂ DE CONSTRUCȚII

Autor/autori

Alessia C. HANDREA[1], Andreea M. GREC[2], Giulia D. M. MARIȚA[3]
[1]*Facultatea de Construcții , Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, e-mail:* handrea.ve.alessia@student.utcluj.ro
[2]*Facultatea de Construcții , Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, e-mail:* Grec.Gr.Andreea@student.utcluj.ro
[3]*Facultatea de Construcții , Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, e-mail:* marita.va.giulia@student.utcluj.ro

Îndrumător/îndrumători
Conf. Dr. Ec. Sorina A. CIPLEA[4]
[4]*Facultatea de Construcții , Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca,* sorina.ciplea@ccm.utcluj.ro

REZUMAT:

Sectorul construcțiilor este unul vast și a cunoscut mari variații în ultimii ani. Conform datelor statistice, numărul autorizațiilor de construcție a scăzut față de anul anterior, iar numărul firmelor care au intrat în insolvență a crescut, fapt datorat și creșterii inflației. În momentul actual achiziția unei locuințe poate fi o adevărată provocare. Tot o provocare poate să fie și încercarea firmelor de construcții de a se menține pe piața imobiliară, datorită multitudinilor de provocări. În această lucrare ne propunem să realizăm o analiză din punct de vedere financiar a situației unei societăți de construcții, identificând situațiile care pot pune în pericol firma. Obiectivul principal al lucrării este acela de a găsi soluții utile pentru a încerca să se evite situațiile dezastruoase pentru firmă.

Cuvinte cheie: riscuri, rate financiare, construcții, instabilitate economică.

1. INTRODUCERE

1.1. Definiții

Riscurile sunt evenimente sau situații care pot cauza diverse daune/pierderi într-o afacere în funcție de gravitatea situației.

Riscurile financiare reprezintă degradarea economiilor sau a investițiilor pe care le deține o firmă sau creșterea imprevizibilă a plăților aferente contractelor de credit în care întreprinderea s-a angajat.

Principalii indicatori financiari, care oferă informaţii mai detaliate despre situaţia economică a societăţii, sunt prezentaţi în studiul de caz.

Domeniul construcțiilor este un domeniu care se află într-o continuă activitate, dezvoltându-se de la an la an cu noi proiecte, noi tehnologii și implicit noi provocări.

Specialiștii sunt persoanele care asigură responsabilitatea și garantarea eficienței datorită strânsei legături dintre gestionarea proiectelor de construcții și calitatea managementului de resurse umane.

În timpul realizării unei structuri, o echipă de specialiști în domeniu este necesară pentru rezultate cât mai eficiente și vizibile pe piață. De asemenea, este important să respectăm normele și reglementările în vigoare, factorii de mediu, precum impactul acestora în zona respectivă și gestionarea benefică a deșeurilor în raport cu mediul.

Construcția poate fi o oportunitate minunată de a crea ceva nou și de a contribui la dezvoltarea comunității. Totodată, aceasta reprezintă și o adevărată provocare în ceea ce presupun riscurile de construcție. Acestea pot include slăbirea structurii, defecțiuni în materialele utilizate sau erori de proiectare. Așadar, pentru a oferi siguranță construcției trebuie luate în considerare toate amenințările și riscurile posibile.

1.2. Tipuri de riscuri

Riscul ce ține de factorii de mediu

1. Activitățiile de construcție pot genera poluare a solului, apei şi aerului, iar gestionarea necorespunzătoare a deșeurilor poate duce la amenzi și daune reputaționale.
2. Construcțiile trebuie să fie adaptate la schimbările climatice în creștere, inclusiv riscurile de inundații, căldură excesivă sau fenomene meteorologice extreme.
3. Construcția pe terenuri cu risc de eroziune sau alunecări de teren poate fi periculoasă și costisitoare, necesitând măsuri adecvate de prevenire şi protecție.

Riscul organizațional

1. Întârzierile în proiecte sau depășirea bugetului pot duce la pierderea încrederii clienților și la litigii contractuale.
2. Lucrările de construcție de calitate inferioară pot afecta reputația afacerii și pot duce la costuri suplimentare pentru remedierea deficiențelor.
3. Accidentele de muncă sau problemele de sănătate ocupațională pot cauza întârzieri în proiecte, costuri suplimentare și posibile daune reputaționale.

Riscul legat de managementul proiectului

1. Nerespectarea cerințelor contractuale referitoare la calitate-Pentru satisfacerea exigențelor utilizatorilor și colectivităților, performanțele de comportare a acestora în exploatare sunt determinate de calitatea construcțiilor.
2. Erori de proiectare, întârzieri din partea contractanților
3. Din cauza posibilelor conflicte în echipa proiectului, randamentul angajaților adus la firmă ar scădea semnificativ astfel fiind influențată activitatea firmei.

Riscul de proiectare

1. Utilizarea inadecvată a materialelor, erori în dimensionarea structurilor sau nerespectarea normelor de siguranță.
2. Acestea pot include instabilitatea solului, probleme legate de rezistența la seism, riscul de coroziune a structurilor metalice.

Riscul ce ține de construcția propriu-zisă

1. Din cauza inflației, costurile inițiale ale proprietății pot fi depășite.
2. Incapacitatea deținerii unor utilaje de ultimă generație poate genera întârzieri în etapele de construcție sau piedici în realizarea optimă a construcției.

Riscul intern

1. Creditele accesate de companie cât și incapacitatea de restituire ar putea genera un risc de lichiditate.
2. Incompatibilitatea între tehnologii vechi și noi poate avea un impact asupra firmei.
3. Ambiguitatea priorităților și a obiectivelor pot cauza daune mari întreprinderii.

Riscul extern

1. Modificările în legislație sau reglementările din domeniul construcțiilor pot afecta costurile, termenele de finalizare a proiectelor şi profitabilitatea afacerii.
2. Schimbările bruște în prețurile materialelor de construcții sau în costurile forței de muncă pot afecta marjele de profit și viabilitatea proiectelor.
3. Riscul valutar: Pentru afacerile care lucrează în mai multe țări sau importă materiale din străinătate, fluctuațiile valutare pot afecta costurile și veniturile.

Riscul legate de dreptul de trecere:

1. Permise de construcție temporare expirate: In vederea etapei de executare a lucrărilor de construire/desființare, acestea sunt permise în urma unei autorizații de construire/desființare.
2. Contradicții în documentele de construcție ar putea fi nerespectarea proiectului si prin aceasta o iesire din cadrul autorizatiei.

Riscul de îndatorare:

1. Riscul de flux de numerar (Cash Flow Risk): Incapacitatea de a avea suficiente intrări în numerar, firma nu ar putea plăti dobânzile și nu ar putea rambursa capitalul, acest fapt cauzând insolvența companiei.
2. Gestionarea incorectă a datoriilor înainte ca întreprinderea să se angajeze în noi împrumuturi, luând în considerare ciclicitatea industriei și potențialele întârzieri în încasarea plăților de la clienți, duce la riscul de supraextindere.

Riscul de exploatare:

1. Scăderea cererii pentru produsele companiei: Criza economică din anul 2008 a avut un impact semnificativ asupra afacerilor din domeniul construcțiilor astfel ca a fost motivul predominant pentru care multe întreprinderi au intrat în insolvență și altele care au dat faliment.
2. Potențialul competitor poate interveni online sau fizic pentru a prelua informația utilă pentru respectiva firmă cu scopul depășirii succesului nostru.

Riscul financiar

Câteva riscuri financiare pentru o firmă de construcții ar putea include fluctuații în costurile materialelor de construcții, întârzieri în finalizarea proiectelor, neplata sau întârzierea plăților de la clienți, concurența acerbă în industrie și dificultăți în gestionarea eficientă a resurselor financiare. Este important ca o firmă de construcții să fie conștientă de aceste riscuri și să implementeze strategii adecvate pentru a le gestiona și minimiza impactul asupra activității.

1. Profitabilitatea proiectelor poate fi influențată direct de variațiile costurilor materialelor de construcții.
2. Costurile suplimentare și daunele financiare sunt cauzate de întârzierile din etapa de finalizare a proiectelor.
3. Fluxul numerar al întreprinderii poate fi afectat de neplata sau întârzierea plăților de către clienți.
4. Diminuarea prețurilor și a profitului este determinată de concurența accelerată în industrie.
5. Etapele de planificare și implementare a proiectelor pot fi generate de gestionarea incorectă a resurselor financiare
6. Riscul operațional include managementul ineficient, problemele cu resursele umane și costurile mari cu managementul. Acesta fiind clasificat în risc de model (care se ocupă cu planificarea măririi pieței) și risc de fraudă (care se îndreaptă spre fraudă și efectele acesteia asupra firmei)

1.2 Soluții general valabile pentru a preveni aceste riscuri menționate mai sus

Pentru a preveni riscurile într-o afacere în domeniul construcțiilor, pot fi luate mai multe măsuri:

Riscurile legate de *factorii de mediu* sunt gestionate prin:
Implementarea unor sisteme eficiente de gestionare a deșeurilor pentru a reduce deșeurile generate de proiecte de construcție într-un mod responsabil și ecologic.
Integrarea în planificare a riscurilor de schimbări climatice, cum ar fi inundațiile sau căldura excesivă. Prin implementarea acestor măsuri și angajamentul față de practici de construcție

durabile, afacerile din domeniul construcțiilor pot reduce impactul lor asupra mediului și pot minimiza riscurile asociate.

Riscuri *organizaționale* *pot afecta activitatea societăților, ca urmare se impune:*

- Stabilirea termenelor realiste și bugetelor adecvate pentru proiecte, monitorizate în mod regulat progresul și identificarea potențialelor probleme înainte să devină critice.
- Implementarea programelor de asigurare a calității și asigurarea că toate lucrările sunt efectuate conform standardelor și specificațiilor contractuale.
- Menținerea unei gestionari financiare prudente, diversificarea surselor de venit şi construirea unei rezerve de lichidități pentru a face față eventualelor perioade de incertitudine financiară.

Prin implementarea acestor măsuri și prin angajamentul pentru o conducere eficientă şi responsabilă, afacerile din domeniul construcțiilor pot minimiza riscurile organizaționale și pot asigura succesul pe termen lung al activităților.

Riscuri legate de managementul proiectului pot fi reduse prin:

- Crearea unei echipe bine coordonate și cu roluri și responsabilități bine definite.
- Monitorizarea și evaluarea continuă a progresului proiectului, pentru a identifica eventualele devieri și a lua măsuri corective.

Riscurile de *proiectare* *apar frecvent, dar pot fi minimizate prin:*

- Implementarea unui plan de gestionare a riscurilor, care să includă identificarea și evaluarea riscurilor, precum și măsuri preventive și de control adecvate.
- Efectuarea unei analize riguroase a solului și a condițiilor geotehnice pentru a evalua stabilitatea și suportul adecvat al construcției.

Riscurile ce țin de construcția propriu-zisă sunt adesea reduse prin:

- Gestionarea eficientă a resurselor financiare astfel încât compania să beneficieze de utilaje noi.
- Clauzele de ajustare a prețului contractului pot evita inconvenientele clienților în ceea ce privește depășirea costurilor inițiale ale proprietății astfel că firma de construcții nu va suferi pierderi în cazul creșterilor neașteptate ale prețurilor materialelor.

Riscurile interne sunt cele mai usor de gestionat prin:

- Efectuarea unor verificări și inspecții regulate pentru a identifica și remedia problemele în stadii incipiente.
- Asigurarea unei comunicări eficiente între toate părțile implicate în proiect pentru a evita erorile de interpretare sau de coordonare.

Riscurile *externe* au un impact mai greu de controlat, dar pot fi si ele minimizate prin:

- O gestionare atentă şi o planificare strategică pentru a avea succes și pentru a aduce beneficii firmei.
- Implementarea un plan de gestionare a riscurilor bine definit și flexibil, o firmă de construcții poate să capitalizeze pe oportunitățile care pot apărea în urma acestor schimbări.

Riscuri legate de *dreptul de trecere*:

- Este important ca firma de construcții să fie bine informată și să ia în considerare aceste riscuri în timpul procesului de planificare și execuție a proiectului.

- Este de asemenea importantă menținerea unei comunicări deschise și transparente cu toate părțile interesate pentru a evita litigiile și pentru a asigura derularea lină a proiectelor de construcție.

Riscuri de *îndatorare* sunt strâns legate de managementul financiar fiind:

- Important ca o întreprindere să aibă strategii de management al riscurilor pentru a naviga eficient prin provocările financiare care pot apărea.

Riscul de *exploatare* poate fi controlat prin:

- Dezvoltarea unor planuri de continuitate a afacerii și a planurilor de gestionare a crizelor pentru a minimiza impactul unui incident asupra operațiunilor.
- Utilizarea unor măsuri de securitate fizică și cibernetică pentru protejarea activelor și a datelor împotriva amenințărilor.

Riscurile financiare sunt adesea reduse prin:

- Colaborarea cu experți financiari și consultanți specializați în domeniul construcțiilor pentru a obține sfaturi și soluții specifice pentru proiectul în cauză.
- Implementarea unui sistem de control intern eficient pentru a preveni frauda și utilizarea incorectă a fondurilor.

2. STUDIU DE CAZ

Studiul de caz s-a realizat la societatea Alfa SRL, cu sediul in Cluj-Napoca. Aceasta are codul CAEN 4120, cu obiectul principal de activitate: lucrări de construcții a clădirilor rezidențiale și nerezidențiale. Societatea este specializată într-o gamă variată de servicii în acest domeniu, acestea fiind: proiectare, execuție, furnizare de materiale și structuri pentru construcții. Scopul firmei este bine determinat și are în vedere satisfacția clientelei și realizarea lucrărilor de înaltă calitate. Scopul studiului de caz realizat, a fost de a determina situaţia economico-financiară a societăţii, depistarea deficienţelor şi remedierea lor pentru a evita intrarea firmei în situaţii dificile.

Tabel 1: Bilanț simplificat

ACTIVE		**PASIVE**	
Lichidități	50.000	Furnizori	50.000
Clienți	200.000	Împrumuturi pe termen scurt	45.000
Stocuri	80.000	Impozite de plată	5.000
Total active curente	330.000	Cheltuieli cu dobânzile	35.000
Imobilizări necorporale	20.000	Total pasive curente	135.000
Imobilizări corporale	300.000	Împrumuturi pe termen lung	100.000
Amortizări	- 6.000	Capital social	300.000
Total active imobilizate	314.000	Profit acumulat	109.000
TOTAL ACTIVE	**644.000**	**TOTAL PASIV**	**644.000**

Cifra de afaceri este de 680.000.

Rata curentă este un indicator financiar utilizat pentru a putea evalua capacitatea societății de a-și plăti datoriile pe termen scurt din activele sale circulante.

$$Rc = \frac{Active\ curente}{Pasive\ curente} = \frac{330.000}{135.000} = 2{,}44$$

Rata rezultată în urma calculelor este bună, cu cât valoarea ei este mai mare, cu atât societatea are o capacitate de plată mai mare, pentru plata datoriilor pe termen scurt. Sigur, să nu uităm faptul că această rată trebuie interpretată în funcție de specificul societății și de nevoia acesteia de lichidități, afectând indicatorul.

Rata rapidă este acel indicator financiar care măsoară capacitatea unei companii de a face față obligațiilor pe termen scurt utilizând activele curente.

$$Rr = \frac{Active\ curente - Stocuri}{Pasive\ curente} = \frac{1700.000}{135.000} = 1{,}25$$

Această rată se mai numește și testul acid, excluzând stocurile care pot fi mai greu transformate în numerar. Este de dorit ca această rată sa fie mai mare de 1, pentru a putea face față acoperirii datoriilor pe termen scurt.

Rata îndatorării este un indicator financiar care ne arată procentul din activele pe care le deține societatea, care pot fi furnizate prin intermediul datoriilor. O rată de îndatorare mare, ne arată faptul că societatea are un risc financiar ridicat.

$$Ri = \frac{Total\ datorie}{Total\ active} x100 = \frac{235.000}{644.000}\ x\ 100 = 36{,}49$$

Rata de acoperire a dobânzii ne arată dacă, societatea reușește să obțină suficient profit pentru a putea plăti dobânzile la împrumuturile pe care aceasta le are.

$$Ri = \frac{Profit\ brut + Cheltuieli\ cu\ dobânzile}{Cheltuieli\ cu\ dobânzile} x100 = \frac{144.000}{35.000}\ x\ 100 = 4{,}11$$

Se recomandă ca nivelul acestui indicator să nu scadă sub 3.

Rata de rotație a stocurilor se calculează pornind de la contul de profit și pierdere, ca urmare se ia în calcul cifra de afaceri, prin intermediul său aflăm cât de mult sunt exploatate activele societății. O exploatare mare presupune o viteză de rotație mare.

$$Rc = \frac{Cifra\ de\ afaceri}{Valoarea\ stocurilor} = \frac{680.000}{80.000} = 8{,}5$$

Rata de utilizare a activelor fixe ne arată rotațiile efectuate de activele imobilizate ale societății pentru obținerea cifrei de afaceri. Cu cât acesta este mai mare, cu atât utilizarea activelor este mai bună. $Rc = \frac{Cifra\ de\ afaceri}{Valoarea\ neta\ a\ acivelor\ fixe} = \frac{680.000}{320.000} = 2{,}125$

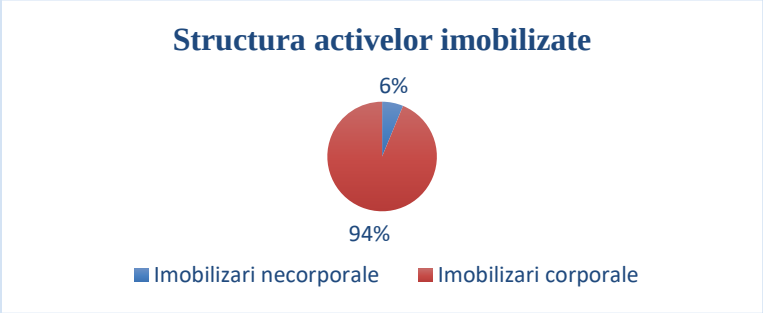


Figura 1. Ponderea activelor fixe

Eficiența unei societăți se poate și ea măsura cu ajutorul unor indicatori economici. Obținerea profitului este scopul oricărei afaceri.

Tabel 2: Contul de profit și pierdere

Venitul total		589.000
	Costul bunurilor vândute	300.000
Profit brut		289.000
Se scad	Cheltuieli de vânzare	60.000
	Cheltuieli administrative	30.000
	Plată chirie imobil	25.000
	Total cheltuieli de exploatare	115.000
Profit brut din exploatare		174.000
Se scade	Amortizarea	10.000
Profit net din exploatare		164.000
Se scad	Dobânda la împrumut pe termen scurt	5.000
	Dobânda la împrumut pe termen lung	30.000
	Dobânda la obligațiuni	20.000
	Total cheltuieli cu dobânzile	55.000
Profit brut înainte de impozit		109.000
Impozit pe profit 16%		17.440
Profit net		91.560

1. Rata profitului

Ne arată profitul obținut la o unitate monetară cifra de afaceri. Se calculează după împărțirea profitului net după plata impozitelor la valoarea vânzărilor.

Rp= $\frac{Profitul\ net}{Cifra\ de\ afaceri}$ x 100 = 91.560/680.00 = 0,13

Media pe industrie este de 1,2%

2. Rentabilitatea investiției

Măsoară gradul de rentabilitate a întregului capital investit în firmă.

Ri = $\frac{Profit\ net}{Total\ active}$ x 100 = 91.560 / 644.000 x 100 = 14,2%

Media pe industrie este de 13%.

3. Rata rentabilității financiare

Măsoară gradul de rentabilitate a investiției făcute de acționari, indicând adevărata valoare a investiției făcute. Media pe industrie este de 10%.

Rf = $\frac{Profit\ net}{Valoarea\ totală\ a\ capitalului\ propriu}$ x 100 = 91.560/ 409.000 x 100 = 22,38

CONCLUZII:

Studiul de caz a presupus o analiză a indicatoriilor de lichiditate(rata curentă și rata rapidă), cu scopul de a determina capacitatea societății de a genera numerar, pentru a putea achita obligațiile de plată pe termen scurt. Rezultatele obținute ne arată că societatea este una lichidă, reușind o plată a datoriilor.

Indicatorii de risc (rata îndatorării și rata acoperirii dobânzii) sunt și ei destul de buni arătându-ne că societatea poate să acopere investițiile din capitalul propriu. Indicatorii de profitabilitate (rata utilizării activelor fixe, rata profitului și rata rentabilității financiare) ne arată

capacitatea societății de a gestiona cheltuielile și costurile societății și de a le putea transforma în profit.

Cea mai importantă acțiune este aceea de a stabili dacă firma își poate onora obligațiile de plată, in termenele scadente. În cazul în care rata curentă este sub media acceptată de 1,8 se recomandă o creștere a numărului de clienți, o reducere a datoriei față de furnizori, a datoriilor față de stat și a împrumuturilor bancare. Acțiunile trebuie începute din timp, încercându-se recuperarea datoriilor și implicit o creștere a vânzărilor.

Pentru a evita problemele cauzate de o rată rapidă scăzută, sub 0,8, se poate încerca atragerea unor clienți noi.

Creditorii agreează rate mici ale îndatorării care reduc semnificativ riscul de faliment. În comparație cu creditorii, managerii societății doresc o rată mai mare pentru a putea dezvolta societatea, ceea ce presupune împrumuturi. În ceea ce privește rata de acoperire a dobânzilor, se observă o marjă mică de siguranță, ca urmare orice alte împrumuturi pot crea dificultăți societății.

Rata de utilizare a activelor fixe este foarte scăzută, mult sub media pe industrie, situația fiind una problematică, ponderea lor fiind relativ redusă.

Eficiența societății este dată de rata profitului, care și ea este redusă, rezultatul net al efectelor combinate ale lichidității fiind scăzute, media pe industrie fiind de 1,2. Totuși rentabilitatea investiției este una bună, peste media pe industrie de 13%, ceea ce poate duce pe viitor la o creștere a ratei profitului.

Deși analiza ratelor ne oferă o imagine a situației financiare a societății, ea este relativă deoarece timpul poate aduce modificări semnificative. De aceea pentru a afla o situație mult mai stabilă se recomandă în general o analiză a ratelor pe mai mulți ani.

BIBLIOGRAFIE

1. Brezeanu P., Dâmbean- Creta O., Managementul financiar al firmei, teorii practici de inspiraţie occidentală, Ed. INR, Bucureşti, 2000
2. Dumitrascu Roxana A., Dumitrascu Vadim, Managementul performantelor financiare, Editura Universitara, Bucuresti, 2013.
3. Ion, M., Managementul investiţiilor – Ed. Dacia 2000
4. Onimus A.N., Else S.O., Other A.N., *Document Preparation for Beginners and Advanced Users.* Journal of Civil Engineering. and Architecture, **24**, *3*, 15-24 (2009).
5. Timoshenko S. P., Goodier J. N., *Theory of Elasticity*. 1st Ed., McGraw-Hill, New York, 1951.
6. Kurino H., Kobori T., *Semi-Active Structural Response Control by Optimizing the Force-Deformation Loop of Variable Damper*. Procedings of the 2nd World Conf. On Struct. Control. Kyoto, Japan, 1999. Vol. **1**, 407–416.
7. https://www.planradar.com/ro/7-riscuri-importante-in-proiectele-de-constructii/
8. https://www.agendaconstructiilor.ro/files/actualitatea-interna/cnsp-piata-de-constructii-estimari-de-crestere-cu-7-in-2023-si-cu-96-in-2024.html

INOVAREA MORTARELOR DECORATIVE PRIN ADĂUGAREA STICLEI RECICLATE: O ABORDARE AVANTAJOASĂ ÎN INDUSTRIA CONSTRUCȚIILOR

Autori

Alessia - Maria HITICAȘ[1],Marius - Adrian BERCIU[2]
[1]*Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, hiticasalessia@gmail.com*
[2]*Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică, mariusadrian192004@gmail.com.*

Îndrumător
S.L.Dr.Ing. Elena JUMATE[3]
[3]*Facultatea de Construcții., Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca,elena.jumate@ccm.utcluj.ro.*

REZUMAT: *Această cercetare propune o abordare inovatoare pentru îmbunătățirea mortarelor de tencuială decorative prin adăugarea de sticlă reciclată, având ca obiectiv principal crearea unui material de construcție durabil și estetic plăcut. Proiectul se concentrează pe caracterizarea proprietăților fizice, în principal celor mecanice, ale acestor mortare decorative, pe materialele componente ale acestora, precum și pe dezvoltarea unei formule optimizate pentru compozitul final. Cercetarea implică teste riguroase pentru determinarea efectului deșeului din sticlă asupra rezistenței, durabilității și aspectului estetic al mortarului de tencuială decorativ. Utilizând tehnici avansate de analiză, precum difracția de electroni, au fost identificate pricipalele componente cristaline ale mortarului. Rezultatele acestui proiect sunt esențiale pentru industria construcțiilor, oferind o alternativă sustenabilă și eficientă energetic la materialele tradiționale. Această inovație promite să reducă impactul asupra mediului prin utilizarea deșeurilor de sticlă reciclate și să contribuie la dezvoltarea unei infrastructuri construite mai ecologice și durabile.*

Cuvinte cheie: Ciment, mortar, sticlă, sustenabilitate.

1. INTRODUCERE

1.1 Ce este mortarul?

Mortarul dedicat tencuielii este un amestec omogen format din ciment, var sau ipsos, nisip și apă, folosit în construcții pentru acoperirea și finisarea suprafețelor de zidărie [1]. Acesta asigură aderența, rezistența și durabilitatea lucrării. În cazul tencuielii decorative, acest mortar este îmbogățit cu pigmenți, aditivi și texturi speciale pentru a conferi aspect estetic și vizual plăcut suprafețelor, adăugând un plus de frumusețe și originalitate designului arhitectural. Tencuielile decorative pot include diverse tehnici precum fresca, stucatura sau modele reliefate, amplificând valoarea estetică a construcției.

2.2 Ce este sticla?

Sticla este un material solid, transparent sau translucid, obținut din topirea unui amestec de silicat de sodiu, carbonat de sodiu și calcar, cu adaosuri opționale precum oxizi metalici pentru colorare sau alte substanțe chimice pentru modificarea proprietăților fizice și optice. Are o structură amorfă și este folosită în diverse domenii, inclusiv în construcții, manufactură, ambalare și arte, datorită proprietăților sale unice, cum ar fi transparența, duritatea și rezistența chimică [2].

În cadrul acestui proiect experimental ne-am propus să creăm o nouă rețetă de mortar de tencuială, obținut prin metode sustenabile și inovatoare. Acestea presupun folosirea sticlei reciclate în rețeta de mortar, fapt care va avea un impact pozitiv pe termen lung asupra mediului,

reducând totodată și costurile de colectare și depozitare ale acestui deșeu în spațiile special amenajate. Prin cercetare și teste riguroase, ne concentrăm să dezvoltăm un produs final care să îndeplinească standardele de calitate și să satisfacă nevoile industriei construcțiilor într-un mod ecologic și inovator, dar și să ofere o funcție estetică plăcută.

2. MATERIALE ȘI METODE

2.1 Materiale

Programul experimental a urmărit realizarea a trei rețete (vezi Tabelul 1), una standard și alte două în care s-au folosit deșeuri de sticlă transparentă și colorată, cu diferite proporții de înlocuire a acestora față de cantitatea de nisip: M0 (CSIV - rețeta martor), M40 (cu 40% substituție de sticlă reciclată) și M100 (cu 100% substituție de sticlă reciclată). Proprietățile fizico-mecanice ale mortarelor obținute au fost studiate în comparație cu mortarul de referință. De asemenea, s-au făcut studii și pentru difracții cu raze X/ X-Ray Diffraction (XRD), înregistrându-se difractograme pe pudre fine obținute prin mojarare din bucăți de mortar.

Tabelul 1. Rețetele de mortar utilizate în programul experimental.

7l mortar	**M0**	**M40**	**M100**
Ciment alb 52,5	2,695 kg	2,695 kg	2,695 kg
nisip	10,85 kg	6,51 kg	-
sticlă	-	4,34 kg	10,85 kg
apă	1,845 l	1,825 l	1,725 l

Cele trei rețete sunt concepute pentru prepararea a 7 litri de mortar fiecare. Știind cantitățile necesare pentru 1 m³ de mortar, s-a calculat cu regula de 3 simplă necesarul pentru cele trei rețete.

Compoziția chimică a cimentului utilizat este formată în mare parte din următorii componenți mineralogici:

- Silicat tricalcic (alitul) -C_3S
- Silicat bicalcic (belitul)- C_2S
- Aluminatul tricalcic (celitul I)- C_3A
- Feroaluminatul tetracalcic (celitul II sau brownmilleritul)- C_4AF.

2.2. Metode

Pentru a obţine rezultate concludente, pregătirea probelor şi efectuarea încercărilor au fost făcute la o temperatură de aproximativ 20°C. Determinarea cantităților materialelor componente ale acestor mortare (vezi Figura 1) s-a făcut utilizând un cântar electronic iar la final acestea au fost omogenizate cu ajutorul unui malaxor. După prepararea fiecărei rețete, au fost efectuate determinările proprietăților mortarelor în stare proaspătă conform SR EN 1015. În vederea verificării consistenței mortarului proaspăt, s-au utilizat un con etalon din inox și masa de împrăștiere (vezi Figura 2) conform SR EN 1015-3:2001. Mortarul a fost compactat într-un cilindru cu baza trunchi de con de dimensiuni 10×10 cm, în două etape, fiecare strat fiind compactat de 10 ori cu o vergea metalică; compactarea a fost realizată pe o masă vibrantă, prin aplicarea a 15 bătăi, urmată de efectuarea a două măsurători perpendiculare ale diametrului

cu un șubler. De asemenea, s-au evaluat tendința de segregare și densitatea aparentă ale acestor mortare în stare proaspătă.

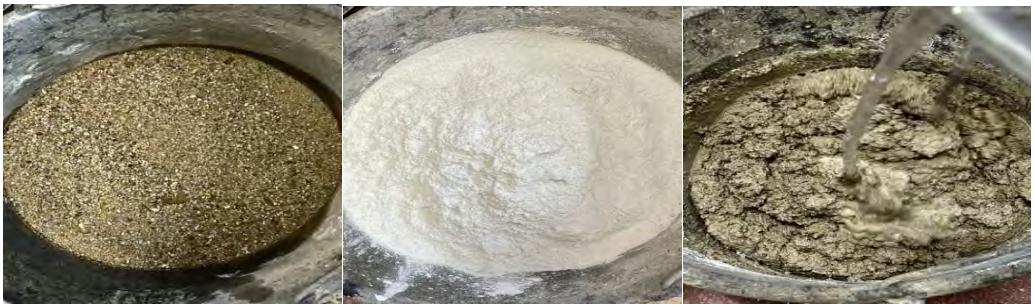


Figura 1. Materiale componente ale mortarelor.



Figura 2 Determinarea consistenței mortarului proaspăt.

Ulterior, mortarele obţinute au fost introduse în tipare (vezi Figura 3) în două straturi, după fiecare strat au fost compactate pe masa vibrantă la 60 şocuri pentru a asigura omogenitatea materialului.



Figura 3 Tipare și epruvete mortare de 40 x 40 x 160 mm.



Figura 4 Mortare cu sticlă reciclată.

După 24h epruvetele (vezi Figura 3) au fost decofrate și la 2, 7, respectiv 28 de zile, perioadă în care au fost păstrate într-o cutie cu aer umed, au fost testate rezistențele mecanice ale acestora (rezistența la compresiune și rezistența la întindere din încovoiere). Pentru fiecare determinare au fost necesare 3 epruvete care au fost încercate mai întâi la întindere din încovoiere iar apoi pe jumătăţile rezultate s-a făcut încercarea la compresiune.
Rezistența la întindere din încovoiere s-a realizat cu „Mașina automată pentru încercare la încovoiere/ tracțiune” (vezi Figura 5). Aceasta a avut distanța dintre reazeme de 10 cm. Formula utilizată pentru a determina rezistența la întindere din încovoiere este (1):

$$R_{ti} = \frac{3}{2}\frac{Pl}{a^3} \quad (1)$$

unde P -forța; l - distanța dintre reazeme și a - latura secțiunii.

Rezistența la compresiune s-a realizat cu ajutorul unei prese hidraulice de 25 de tone (vezi Figura 6), care a acționat cu o forță de 150 N/cm²/s. Secțiunea presei este de 16 cm² iar formula utilizată pentru determinarea rezistenței la compresiune este (2):

$$R_c = \frac{P}{A} \quad (2)$$

unde -P -este forța de rupere și A - aria secțiunii.





Figura 5 Mașina automată pentru încercare la încovoiere. Figura 6 Presa hidraulică.

Difracțiile cu raze X, au fost realizate pe un difractometru Bruker D8 Advance, având un monocromator de Ge.

3. REZULTATE ȘI DISCUȚII

3.1 Rezultate

Densitatea aparentă a mortarului

Analizând rezultatele din figura 7, se poate observa că valorile densității aparente sunt în scădere pe măsură ce procentul de deșeuri de sticlă crește, cu excepția rețetei M40, care a avut valori cu 0,034 % mai mari decât rețeta martor M0. Cea mai mică valoare a densității aparente a fost obținută pentru mortarul M100, care are cel mai mare conținut de deșeuri de sticlă (100 %). Valoarea sa înregistrată a fost cu 0,02 % mai mică decât M0. Scăderea valorilor densității aparente se datorează faptului că densitatea în vrac a deșeurilor de sticlă este mai mică decât densitatea agregatelor naturale.[3]

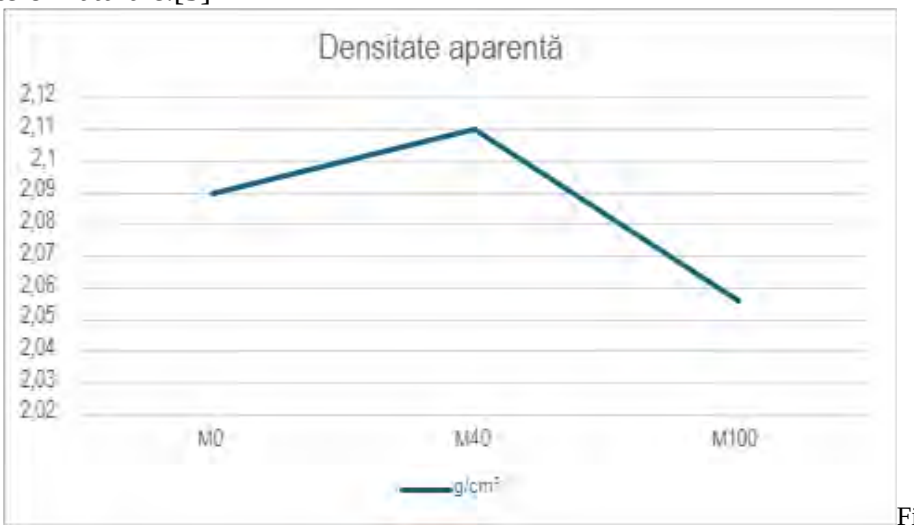


Figura 7. Densitatea aparentă

Consistența mortarului proaspăt



Figura 8. Consistența mortarelor.

Din figura 8, se observă că rețeta M40, cu conținut de 40% sticlă, are consistența cea mai mare (este cea mai fluidă), iar rețeta M100 prezintă cea mai mică consistență, fiind cea mai vârtoasă, acest fapt reprezentând un avantaj, având aderență mai mare la stratul suport. Adăugarea sticlei reciclate, în proporții mari, duce la o scădere a consistenței deoarece suprafața sticlei, are o frecare puternică cu pasta, crescând vâscozitatea amestecului.[7]

Rezistența la compresiune

În figura 9 este reprezentată dependența rezistenței la compresiune în funcție de timp pentru toate cele trei rețete de mortar, comparativ. În rețeta 1, M0, se poate observa o creștere neliniară a rezistenței la compresiune. În cea de-a doua rețetă, cu o substituție masică de 40% nisip cu sticlă reciclată, este evidentă o creștere a rezistenței până în ziua 7, după care rezistența rămâne constantă, la valoarea de 25 daN/cm^2. De asemenea se constată că rezistența la compresiune a rețetei în care nisipul nu a fost substituit (M0), la ziua 7, este mai mare. În rețeta M100, cu o substituție masică de 100% nisip cu sticlă reciclată, este evidentă creșterea rezistenței până în ziua 28. Se poate observa, că în rețeta M100 (100% substituție de sticlă), și în rețeta martor M0, rezistența la compresiune este în continuă creștere la fiecare determinare a acesteia, comparativ cu rețeta M40, care, din ziua 7 de încercare rămâne la o rezistență aproximativ constantă.

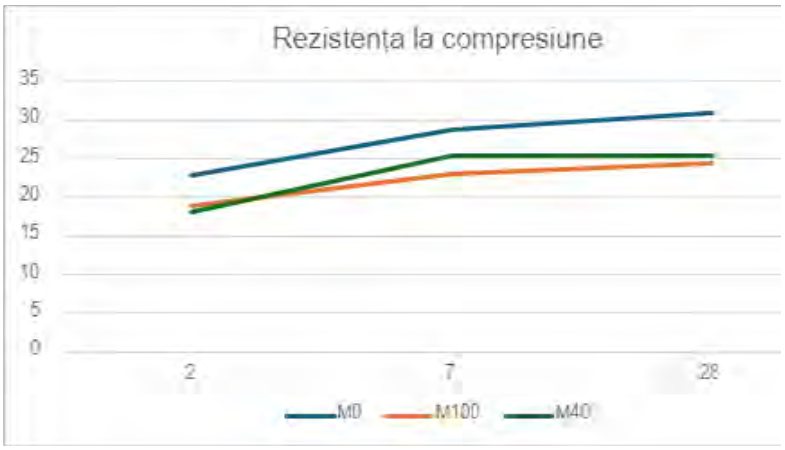


Figura 9. Rezistența la compresiune.

Rezistența la încovoiere

În figura 10 este reprezentată dependența rezistenței la întindere din încovoiere în funcție de timp pentru cele trei rețete de mortar. Atât în rețeta martor, M0, cât și în cea cu 40% substituție de sticlă, M40, este evidentă o creștere a rezistenței la întindere din încovoiere, până în ziua 28. Pe de altă parte, în rețeta M100, rezistența la încovoiere crește doar până în ziua 7 de testare. Sticla, diminuează rezistența la încovoiere a mortarelor, efectul cel mai pronunțat fiind pentru cel mai mare conținut de sticlă reciclată.[6]



Figura 10. Rezistența la încovoiere

Difracții cu raze X

În figura 11, este reprezentată difractograma pe rețeta de mortar M0 la 2 zile de la preparare. Prin utilizarea metodei s-a dorit identificarea compușilor care stau la baza matricii de mortar utilizat, fiind regăsit muscovitul și quarțul.



Figura 11. Difractograma

3.2 Discuții

În ciuda faptului că sticla ar putea fi, teoretic, reciclată la nesfârșit pentru a se face sticlă nouă, costul și consumul ridicat de energie al proceselor de reciclare fac mai eficientă din punct de vedere al costurilor aruncarea acesteia la groapa de gunoi. Drept urmare, se caută modalități mai profitabile de gestionare durabilă a deșeurilor de sticlă, în special în activitățile de construcții și demolare, în care sticla este în mod tradițional unul dintre cele mai utilizate materiale, rezultând cantități mari de deșeuri [3].

Se poate deduce faptul că substituția agregatului natural cu sticlă, chiar și în proporție de până la 100%, nu a influențat negativ rezistențele materialului, chiar și la 28 de zile după întărire. Chiar din contră, rețeta M100, a demonstrat că rezistența la compresiune a crescut progresiv la toate determinările. De exemplu, Li și colab. [4] și Chandra și colab. [5] au observat în recenziile lor de literatură că un nivel de înlocuire de aproximativ 20-30% a fost optim pentru obținerea mortarelor de tencuială cu deșeuri de sticlă, rezultând caracteristici fizico-mecanice îmbunătățite. În urma acestui exemplu, obținând în testul nostru rezistențe semnificative chiar și la subtituția cu 100% sticlă, putem spune că această rețetă este una foarte potrivită pentru a fi pusă în practică. De asemenea, îmbunătățirea rezistenței la compresiune este asociată în principal cu efectul de umplere al pulberii de sticlă, care duce la formarea unei matrice de ciment mai densă și mai puțin permeabilă.[8]

4. CONCLUZII

Scopul acestui studiu a fost de a înlocui agregatul cu sticla reciclată. Am reușit să obținem mortare cu până la 100% substituție de nisip cu sticlă. Totodată, s-a constatat faptul că sticla a dat o consistență mult mai mare mortarului cu sticlă.

De asemenea, după testarea rezistențelor probelor, am reușit să demonstrăm că substituția agregatului (nisipului) cu sticlă este o alegere bună în prepararea mortarului de tencuială, atât din punct de vedere al rezistenței și al aspectului vizibil plăcut și modern, cât și din punct de vedere al mediului, folosind sticla reciclată.

Rețeta de mortar M100, a avut cea mai bună rezistență la compresiune, fiind mereu în creștere, cu cea martor, putând astfel să fie înlocuită cu succes în locul celei tradiționale.

Rețeta M40 nu a reușit să obțină rezistențe progresive doar până în ziua 7 de testare, mai apoi fiind constantă.

Mulțumim domnilor tehnicieni: Inginer Laborant Suciu Gigel; Tehnician Potra Marin.

BIBLIOGRAFIE

[1] https://ro.wikipedia.org/wiki/Mortar

[2] https://ro.wikipedia.org/wiki/Sticl%C4%83

[3] https://www.mdpi.com/2075-5309/14/2/507

[4] Li, Z.; Liu, J.; Xiao, J.; Zhong, P. Efectul de întărire intern al agregatelor fine reciclate saturate în mortarul de vârstă fragedă. Cem. Concr. Compos. 2020 , 108 , 103444. [Google Scholar] [CrossRef]

[5] Paul, SC; Šavija, B.; Babafemi, AJ O revizuire cuprinzătoare asupra proprietăților mecanice și de durabilitate ale materialelor pe bază de ciment care conțin deșeuri de sticlă reciclată. J. Curat. Prod. 2021 , 198 , 891–906. [Google Scholar] [CrossRef]

[6]https://www.mdpi.com/2076-3417/13/22/12409

[7]https://www.mdpi.com/2075-5309/14/1/221

[8]https://www.mdpi.com/2673-4605/13/1/40

CASA MAGNE-LEVITABILĂ

Autor/autori
Bianca IRIMIEA[1], Alessia MARIȚA[2], Szilvia I. VERES3
[1]*Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, irimiea.gh.bianca@student.utcluj.ro*
[2]*Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, marita.va.alessia@student.utcluj.ro*
[3]*Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, veres.lu.szilvia@student.utcluj.ro*

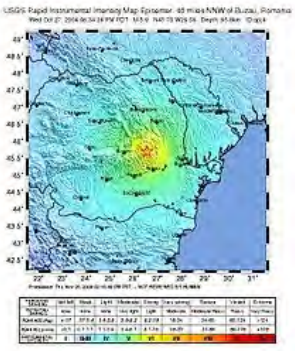
Îndrumător/îndrumători
Șef Lucrări Dr. Ing. Răzvan IERNUȚAN[4]
[4]*Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, razvan.iernutan@campus.utcluj.ro*

REZUMAT: *Ideea de bază ar fi construirea unei case situată pe doi magneți poziționați cu același pol pentru a se respinge și a face clădirea să leviteze. Astfel, edificiul nu va mai avea contact direct cu solul, ceea ce înseamnă că în cazul unui cutremur nu vor mai exista daune de niciun tip asupra clădirii. Casa ar trebui construită cât mai ușoară, ceea ce înseamnă că se vor utiliza materiale precum: lemnul, sticla, gips-cartonul, diferite tipuri de plastic și metale. Magneții industriali sunt incredibil de durabili și de fiabili. Ei reprezintă un material bun în ceea ce privește forța lor de respingere, deoarece ei își pierd din putere mai puțin de 1% la 100 de ani.*

Cuvinte cheie: magneți, materiale de construcții, levitație, rezistență

1. Introducere

O casă bine construită, realizată din materiale de înaltă calitate și întreținută corespunzător, ar putea rezista peste un secol.
În ultimii 100 de ani, o data cu evoluția tehnologiei și, implicit, a materialelor de construcții, construirea caselor durabile a devenit din ce în ce mai întâlnită, însă, chiar și în zilele noastre, există numeroase cataclisme care ar putea scurta durata de viață a unei clădiri, printre care se numără inundațiile, tornadele, furtunile, incendiile, și chiar, cele mai imprevizibile și grele de controlat, cutremurele.
România are și ea o zonă seismică, fiind o țară cu cutremure frecvente, în special în zona Vrancea, unde sunt zilnic raportate diverse cutremure infime, pragul maxim sărind, la 1802, de 8 grade pe scara Richter.



Figură 1. Zona seismică a României

https://ro.wikipedia.org/wiki/Seismicitatea_Rom%C3%A2niei

1.1 De ce este ideea casei magne-levitabile posibilă de pus în aplicare?

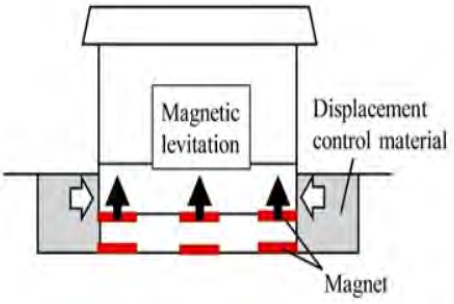
Deși nu a fost încă aplicată în viața reală, au existat mai multe cercetări științifice din care, la nivel de miniatură, au existat mai multe machete, care ar face posibilă existența unei astfel de case.
O idee a avut-o Lira Luis, o arhitectă din Filipine, a fost crearea unui sistem prin care a făcut cei doi magneți să leviteze fără a mai avea niciun contact cu solul (imaginea 2). Prin diferite încercări, ea și-a dat seama că cei doi magneți se respingeau chiar și printr-un strat de apă, ceea ce însemna ca ideea ei ar putea fi pusă în aplicare în mediile cu inundații frecvente.
O altă idee au avut-o un grup de cercetători, din Japonia, de la facultatea din Osaka pe departamentul de Arhitectură și Inginerie Civilă. Acest studiu a explorat răspunsul seismic al unei case



Figură 2. Experiment făcut de Arhitect Lira Luis

https://inhabitat.com/could-maglev-hovering-homes-be-the-answer-to-rising-sea-levels/lira-luis-maglev-houses/

susținând părțile laterale ale bazei cu un material polimeric de control al deplasării și prin levitarea magnetică a bazei fundației. Pentru a testa rezistența seismică a machetei, aceștia au făcut experimente pe o masă de simulare a cutremurelor.
Modelul izolat seismic a arătat un răspuns stabil, iar răspunsul său la accelerare a fost redus semnificativ în comparație cu modelul de bază fix în testul cu masa de simulare a cutremurelor.
În analiza răspunsului seismic a unei case decomandate la scară completă, modelul izolat seismic a arătat o reducere a răspunsului, iar deplasarea sa reziduală a fost mai mică decât cea a modelului de izolare cu bază glisantă.



Figură 3. Diagrama clădirii izolate seismic cu control al deplasării prin geo-material compus.

https://www.first4magnets.com/tech-centre-i61/information-and-articles-i70/how-is-the-strength-of-a-magnet-measured-i81

1.2 Magneții și proprietățile lor

Magneții industriali sunt incredibil de durabili și de fiabili. Atunci când sunt folosiți corect și cu îngrijire adecvată, ar trebui să-și piardă mai puțin de 1% din puterea lor pe parcursul a 100 de ani.
Ambii poli ai unui magnet; polul nord și polul sud au aceleași puncte forte. Chiar dacă sunt făcute modificări la magnet, de exemplu: polul nord al magnetului mai gros decât polul sud, forțele rămân întotdeauna aceleași.
Cei mai puternici magneți din lume sunt magneții de neodim, care sunt fabricați în diferite grade, totuși, fiecărei clase i se dă un nume la îndemână, care permite a judeca instantaneu care magnet este mai puternic.

2. Magneții utilizați în experiment

Nu au fost utilizați magneți științifici, iar din această cauză au trebuit să fie calculate cu aproximație mai multe valori, precum masa (aflată prin cântărire efectivă) m=281g, volumul real (3), aflat prin măsurare, din care a trebuit să scădem volumul golului (1) al interiorului magnetului din volumul total al cilindrului (2):

$$V_{gol} = \pi r^2 h = \pi \times 2^2 \times 1{,}5 \approx 18{,}84956\ cm^3 \quad (1)$$

$$V_{total} = \pi r^2 h = \pi \times 4^2 \times 1{,}5 \approx 75{,}39822\ cm^3 \quad (2)$$

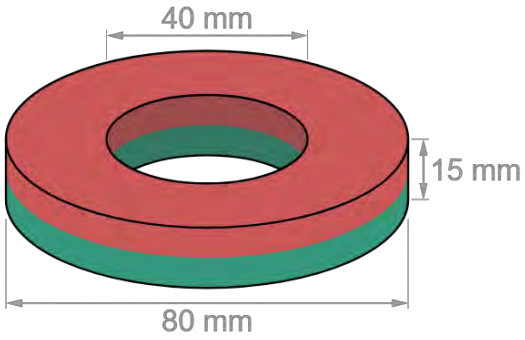
$$V = V_{total} - V_{gol} \approx 56{,}54867\ cm^3 \approx 0{,}00005654\ m^3 \quad (3)$$

unde V = volumul real, r = raza cilindrului și h = înălțimea cilindrului.

Din volum și masă, se poate afla densitatea magnetului(4):

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{0.281\ kg}{0{,}00005654\ m^3} \approx 4969{,}93279\ \frac{\text{kg}}{m^3} \rightarrow \text{magnetul folosit este din ferită} \quad (4)$$

Magneții de ferită sunt o alternativă economică la magneții de neodim și sunt utilizați atunci când nu sunt necesare forțe mari de adeziv și/sau nu trebuie îndeplinite cerințe estetice. Ferita este extrem de durabilă atunci când este expusă la diverși factori de mediu. Ca rezultat, magneții de ferită pot rezista la temperaturi de până la 250 °C și nu vor rugini.



Figură 4. Dimensiuni magnet

https://www.supermagnete.de/eng/faq/How-do-you-calculate-the-magnetic-flux-density

Din legea lui Coulomb(5), denumită și valoarea numerică a forței electrostatice, de atracție sau de respingere:

$$F_e = \frac{k \cdot q1 \cdot q2}{r^2} \tag{5}$$

unde F_e=forța electrostatică, k=este constanta electrostatică, $q1$, $q2$=sarcinile electrice, iar r= distanța dintre sarcini, se poate determina o formulă aproximativă pentru aflarea forței magnetice între doi magneți(6):

$$F = \frac{\mu_0 \cdot M1 \cdot M2}{2 \cdot \pi \cdot r^2} \tag{6}$$

,unde F=forța magnetică, μ_0=permeabilitatea magnetică a vidului, care este în general $4\pi \cdot 10^{-7}$ $N \cdot A^{-2}$, M1, M2 = momentele magnetice ale magneților, r=distanța dintre magneți, care este de 3cm, aflată prin măsurare.

În general, masa unui magnet și momentul său magnetic nu sunt direct legate. Totuși, în unele cazuri, cum ar fi atunci când magneții sunt făcuți din același material și au aproximativ aceleași dimensiuni, se poate aproxima momentul magnetic al unui magnet folosind masa sa, atunci:

$$F = \frac{4\pi \cdot 10^{-7}\ \mathrm{N} \cdot A^{-2} \cdot 0{,}281\ \mathrm{kg} \cdot 0{,}281\ \mathrm{kg}}{2 \cdot \pi \cdot (0.03\ m)^2} \approx 1{,}75469 \cdot 10^{-5} N$$

3.Materiale folosite

Am realizat o machetă de tip bloc din lemn de cu masa m=400 g cu tot cu acoperiș, care este realizat din lemn de stejar, oferind duritate și un aspect mai estetic. Casa are ca bază o placă din inox, care este amplasata pe cei doi magneți cu forma inelara, aceștia respingându-se, dar fiind ținuți într-un loc de un suport cilindric din PVC, care la rândul său este sprijinit de un suport din sticlă.

Alte materiale folosite la realizarea machetei sunt: șuruburi, plastic (utilizat la geamuri), lipici de lemn, lac de lemn.



Figură 5. Materiale folosite în construirea machetei

3.1 Dimensiuni machetă

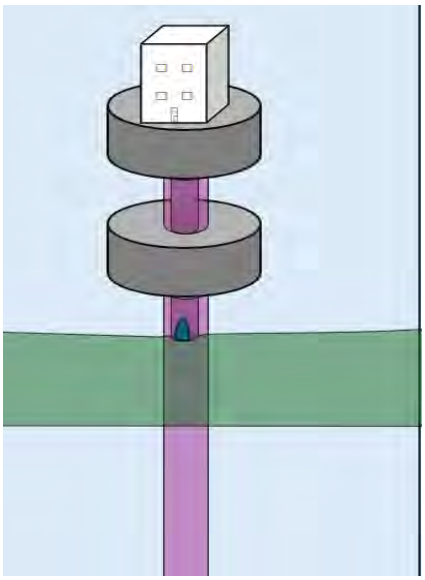
Forma aleasă pentru macheta casei a fost de paralelipiped cu dimensiunile de (10×10×20) cm cu baza pătrat, deoarece este o formă simplă care-i permite edificiului sa fie mai stabil.

Baza metalica este în formă de disc, cu diametrul de 17 cm.

Suportul cilindric are diametrul secțiunii corespunzător circumferinței interioare magnetului de 4 cm și înălțimea de 16.7 cm, cu grosimea de 0.2cm.

Magneții au o formă ideală, fiind simetrici unul față de celălalt pentru un echilibru mai bun.

Astfel si restul materialelor au fost alese corespunzător, adică să fie cât mai ușoare dar rezistente.



Figură 6. Desen vectorial al casei

3.2 Alte valori

Se poate calcula forța de greutate(7) a casei, din moment ce-i cunoaștem masa:

$$G = m \cdot g = 0{,}4\ \text{kg} \cdot 9{,}81 \frac{\text{m}}{s^2} = 3{,}924\ \text{N} \qquad (7)$$

m=masa obiectului, g=accelerația gravitațională (aproximativ 9.81 $^{\text{m}}/_{s^2}$).

În practică, magneții au putut susține casa, ceea ce înseamnă că greutatea este într-o gamă compatibilă cu capacitățile de susținere a magneților și cu sistemul de levitație în ansamblu.

Greutatea indică forțele magnetice, afectează echilibrul și stabilitatea sistemului, fiind esențială pentru prevenirea funcționării necorespunzătoare a întregii structuri.

O altă valoare care ar trebui luată în calcul ar fi momentul de încovoiere al plăcii de inox(8):

$$M = \frac{E \cdot I}{L} \quad (8)$$

,unde M=momentul de încovoiere, E = modulul de elasticitate al materialului (inox=$200 \cdot 10^9\ Pa$), I=momentul de inerție al secțiunii transversale a plăcii(9), iar L este lungimea plăcii de 17 cm=0.17 m.

$$I = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{0.17 \cdot 0.02^3}{12} \approx 1{,}133 \cdot 10^{-7} m^4 \quad (9)$$

,unde b=lățimea și h=înălțimea plăcii. Atunci:

$$M = \frac{E \cdot I}{L} \approx 1332{,}941 \text{ N} \cdot m$$

Din acest rezultat, se poate spune că momentul plăcii de inox este unul adecvat, ceea ce înseamnă că aceasta va rezista încercărilor și, totodată, și în timp.

Un moment de încovoiere adecvat asigură că placa din inox nu se va deforma sau rupe sub încercările normale, Acest lucru este esențial pentru siguranța și flexibilitatea structurii machetei. Momentul de încovoiere adecvat poate contribui la menținerea integrității și aspectului plăcii din inox pe termen lung.

De asemenea, și suportul cilindric are câteva valori care ar trebui luate în calcul, cum ar fi rezistența la torsiune a suportului cilindric din PVC(10):

$$T = \frac{G \cdot L}{J} \quad (10)$$

T=momentul de torsiune, G=modulul de torsiune al materialului (PVC=$2{,}5 \cdot 10^9\ Pa$), L=lungimea suportului cilindric 16.7 cm, J=momentul de inerție polar al secțiunii transversale a cilindrului(11).

$$J = \frac{\pi \cdot (d^4 - d_i{}^4)}{64} = \frac{\pi \cdot (0.042^4 - 0.04^4)}{64} \approx 2{,}708 \cdot 10^{-8}\ m^4 \quad (11)$$

,unde d=diametrul exterior al țevii, iar d_i =diametrul interior al țevii. Înlocuind în formula 10 obținem:

$$T = \frac{2{,}5 \cdot 10^9\ Pa \cdot 0.167 m}{2{,}708 \cdot 10^{-8}\ m^4} \approx 1{,}5417 \cdot 10^{16}\ N \cdot m$$

Din acest rezultat, se observă cum suportul din PVC are o rezistență foarte mare la torsiune. Cu alte cuvinte, este capabil să contribuie la stabilitatea generală a casei magne-levitabile în condiții de cutremur.

Rezistența la torsiune este importantă deoarece contribuie la stabilitatea generală a structurii în fața forțelor externe, care încearcă să rotească sau să deformeze sistemul. Cu o rezistență la torsiune mare, se pot evita fisurările și degradările.

3.3 Influența magneților

Magneții sunt esențiali in realizarea acestui proiect, dar dețin și efecte negative, ca de exemplu aceștia ar putea afecta funcționarea stimulatoarelor și a defibrilatoarelor cardiace implantate. Un stimulator cardiac poate trece în modul de testare și poate provoca boli, acesta poate înceta să funcționeze.



Figură 7: Problemele oamenilor cu defibrilatoare

https://www.supermagnete.de/eng/faq/How-do-you-calculate-the-magnetic-flux-density

4. Concluzii

Din macheta realizată am observat că o casă magne-levitabilă poate fi construită cu resursele necesare și în viața reală, în condițiile în care se vor utiliza magneți de foarte mari dimensiuni, iar casa să fie construită cu materiale cât mai ușoare și care să nu afecteze câmpul magnetic.

Pe de alta parte, nu oricine poate trăii într-o astfel de casă din cauza efectelor negative ale magneților asupra anumitor oameni.

BIBLIOGRAFIE

1. https://ro.wikipedia.org/wiki/Seismicitatea_Rom%C3%A2niei [figura 1]
2. https://www.supermagnete.de/eng/faq/How-do-you-calculate-the-magnetic-flux-density
3. https://www.supermagnete.de/eng/data_sheet_FE-R-80-40-15.pdf
4. https://www.scirp.org/journal/paperinformation?paperid=115095
5. https://www.fastcompany.com/3058400/this-architect-is-trying-to-build-houses-that-can-levitate
6. https://www.first4magnets.com/tech-centre-i61/information-and-articles-i70/how-is-the-strength-of-a-magnet-measured-i81
7. https://ro.wikipedia.org/wiki/Permeabilitate_magnetic%C4%83
8. https://www.rezmat.ro/incovoiere/
9. https://ro.wikipedia.org/wiki/Legea_lui_Hooke
10. https://ro.wikipedia.org/wiki/Legea_lui_Coulomb
11. https://www.fizichim.ro/docs/fizica/clasa7/capitolul2-interactiuni-mecanice/II-6-forta-de-greutate/
12. https://users.utcluj.ro/~cteodor/AN1REZI1/6.SOLICITARE.TORSIUNE%20CURS%2018.05.2020-25.05.2020.pdf
13. https://www.rezmat.ro/torsiune/
14. https://ro.wikipedia.org/wiki/Torsiune_(mecanic%C4%83)
15. https://www.rezmat.ro/moment-inertie-polar
16. https://mec.tuiasi.ro/diverse/FMRM2.pdf

DEZVOLTAREA DE NOI MATERIALE TERMOIZOLATOARE PRIN REUTILIZAREA ȘI RECICLAREA FILTRELOR DE ȚIGĂRI

Autori
Alexia-Paula IRIMIE[1], Teodora-Alexandra POP[2]
[1]*Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, alexiapaula156@gmail.com*
[2]*Facultatea de Construcții., Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, ateop24@gmail.com*

Îndrumător
Șef Lucrări Dr. Ing. Luminița Monica PLEȘA
Facultatea de Construcții., Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, luminita.molnar@ccm.utcluj.ro

REZUMAT: *O problemă tot mai frecventă este poluarea cu mucuri de țigări. În medie pe an sunt aruncate cel puțin 72 de miliarde de mucuri de țigări pe jos, ceea ce devine îngrijorător, aceste deșeuri fiind compuse din celuloză, un material care în condiții normale se descompune în decenii. Termoizolarea cu ajutorul celulozei, a fost dovedită ca având un comportament termic stabil în timp, astfel reutilizarea acestui material care se gaseste în filtre de țigări aduce beneficii atât ecologice cât si funcționale. Lucrarea de față are ca obiectiv principal reutilizarea filtrele de țigări în vederea confecționării de noi materiale termoizolante, cu proprietăți termice*
ridicate. Lucrarea urmăreste identificarea caracteristicilor fizice și termice ale materialelor propuse.

Cuvinte cheie: deșeuri, țigări, reciclare, termoizolare

1. INTRODUCERE

Deșeurile reprezintă materiale sau substanțe abandonate, care pot fi solide, lichide sau gazoase și pot fi generate în urma activităților umane sau naturale. Acestea includ deșeuri menajere, industriale, nucleare și de construcții, având un impact semnificativ asupra mediului și sănătății umane. Problema gestionării adecvate a deșeurilor este crucială pentru protejarea ecosistemelor, prevenirea poluării și conservarea resurselor naturale. Soluțiile includ reciclarea, compostarea, incinerarea controlată și eliminarea responsabilă a deșeurilor, promovând astfel economia circulară și reducând impactul negativ asupra mediului.

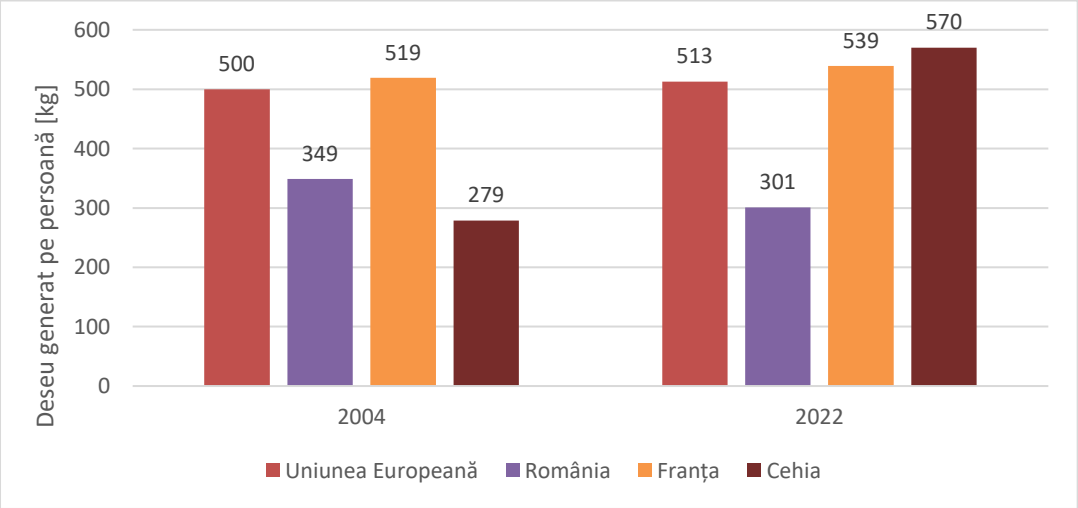


Figura 1. Statistica deșeurilor municipale generate pe persoană [1]

Poluarea cauzată de muchiile de țigară constituie o problemă majoră pentru mediu. Aceste mici obiecte, compuse în principal din plastic și celuloză, sunt omniprezente în mediul urban și natural, având un impact devastator. Deoarece muchiile de țigară se descompun încet, ele eliberează substanțe toxice în sol și aer. Consumul de țigări și aruncarea lor în mod nepăsător contribuie la poluarea solului și a aerului, crescând riscurile pentru sănătatea umană și pentru ecosisteme. Este esențial să se conștientizeze aceste efecte negative și să se ia măsuri pentru reducerea consumului de țigări și pentru gestionarea responsabilă a deșeurilor de tutun, pentru a proteja mediul înconjurător și sănătatea publică.

Studiul prezentat în articolul „Reducerea consumului de energie prin utilizarea mucurilor de țigară ca deșeu în materialele de construcție din beton”[2] evidențiază beneficiile utilizării chiștoacelor de țigări în beton. Testele efectuate au demonstrat că adăugarea acestora în proporție de 1% în amestecul de beton poate duce la o reducere semnificativă a consumului de energie electrică, cu economii de 6,29 kWh și o reducere a consumului de energie de 10,2% în comparație cu peretele tradițional. Pe măsură ce procentul de adăugare a chiștoacelor de țigări crește, economiile de energie cresc, ajungând până la 18,5 kWh și 18,5% la un procent de amestecare de 5%.

Cu toate acestea, creșterea procentului de adăugare a chiștoacelor de țigări va conduce la o scădere a densității materialului rezultat, ceea ce va diminua greutatea peretelui și va determina o reducere a dimensiunilor fundațiilor clădirii. Prin urmare, se vor reduce și alte lucrări necesare pentru susținerea clădirii.

Obiectivele lucrării:

Scopul acestei lucrări constă în explorarea și prezentarea proprietăților materialelor termoizolante care utilizează chiștoace de țigări reciclate în construcții. Se vor investiga diferitele tehnici de producție, caracteristicile termice ale materialelor rezultate și impactul lor asupra eficienței energetice a clădirilor. Obiectivul este să obținem o înțelegere detaliată a tehnologiilor implicate în fabricarea acestor materiale, în vederea facilitării dezvoltării de soluții inovatoare și durabile în domeniul termoizolației pentru industria construcțiilor.

2. MATERIALE ȘI METODE

2.1 Materiale

2.1.1 Filtre de țigări

Filtrele de țigări sunt compuse în principal dintr-un material poros care poate reține particulele din fumul de țigară înainte ca acesta să ajungă la fumător. Cele mai comune materiale folosite pentru fabricarea filtrelor de țigări sunt acetatul de celuloză sau fibră de celuloză.[3] Aceste materiale permit trecerea aerului și a fumului, dar opresc particulele mai mari și substanțele solide, precum gudronul și alte reziduuri din fumul de țigară. Unele filtre pot include și substanțe adiționale, cum ar fi carbonul activat, pentru a reduce anumite substanțe toxice din fum. În componența mostrelor de material testate au fost folosite filtre neutilizate, pentru a face tot

procesul de creatie mult mai eficent, cele utilizate luând aproximativ 48 de ore până să poată fie folosite.

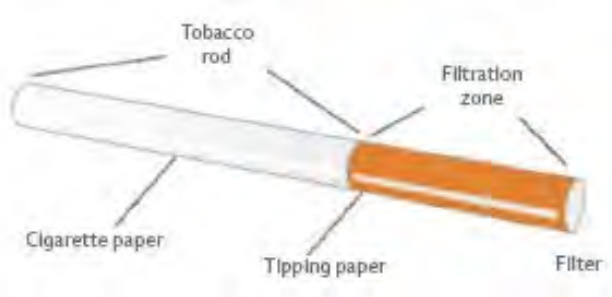


Figura 2. Compoziția unei țigări

Compoziția muchiilor de țigară este diversificată și poate fi influențată de marca și tipul de țigară. În general, muchiile de țigară sunt alcătuite din diverse materiale, incluzând filtru, hârtie, tutun și aditivi. Filtrul este de obicei realizat dintr-un amestec de acetat de celuloză și fibre de poliester, având rolul de a reține anumite substanțe toxice și de a reduce inhalarea nicotinei și a gudronului. Hârtia care învelește țigara este subțire și poate conține și anumite substanțe chimice adăugate. În interiorul muchiilor se găsește tutunul, iar uneori sunt adăugați aditivi chimici pentru a modifica aroma sau alte caracteristici ale fumului. În cadrul procesului de fabricație, s-a eliminat hârtia și resturile de tutun, obținând doar filtrul.

2.1.2 Aracet

Aracetul folosit pentru lipirea filtrelor de țigări între ele este aracet tip B Sticky[4], de construcții, alb, acesta fiind un adeziv pe bază de poliacetat de vinil în dispersie apoasă, plastifianți, extenderi si aditivi. Se utilizează ca liant pentru îmbunătățirea caracteristicilor de rezistență ale betoanelor, mortarelor si zugravelilor, ca liant pentru realizarea de chituri de reparații pentru suprafete cu fisuri, ca adeziv de uz casnic si industrial pentru lipirea gresiei si a ceramicii în amestec cu ciment si ipsos.

2.2 Prepararea epruvetelor

Lucrarea de față propune realizarea unor panori din filtre de țigări, iar tabelul 1 prezintă rețetele.

Tabel 1. Centralizator cu rețete propuse.

Denumire rețetă	Număr filtre (înălțime-1,5 cm;diametru-0,5 cm)	Aracet (g)
P1	630	300
P2	576	340
P3	468	325

In imaginile de mai jos sunt prezentate modul de realizare al panourilor propuse.


Figura 3. Proba de tip P1

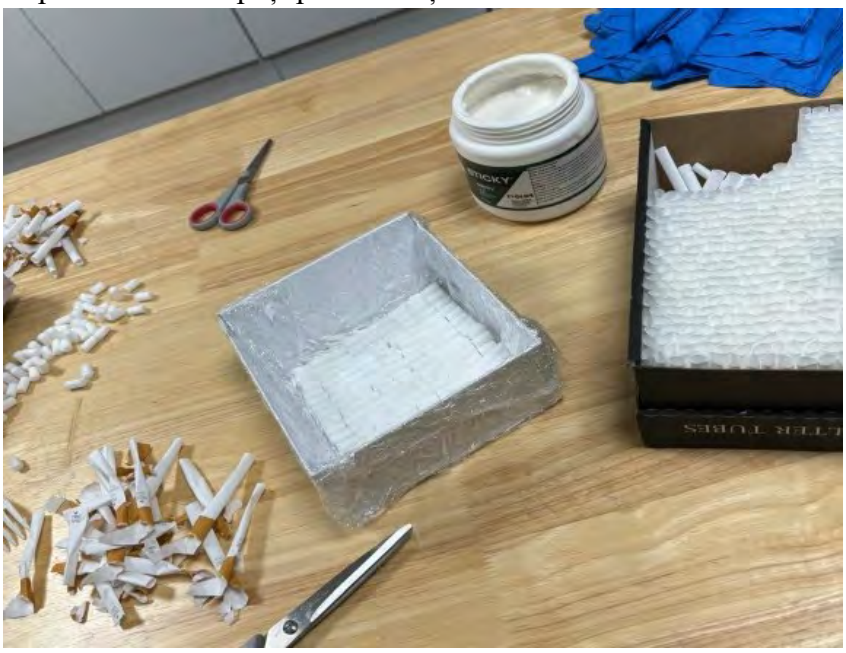

Figura 4. Proba de tip P2


Figura 5. Proba de tip P3

Pregătirea epruvetelor s-a realizat în laboratorul de materiale de construcții din cadrul Facultății de Construcții, Universitatea Tehnică Cluj-Napoca, în condiții de laborator, temperatura 24° și umiditate relativă de 65%.
Modalitatea de realizare este prezentata în paragrafele de mai jos.

a) *Pregătirea filtrelor de țigări:*
   - Desfacerea filtrelor pentru a obține fibra de celuloză.

b) *Confecționarea mostrelor:*
   - Aplicarea unui strat de aracet pe fundul cofrajului.
   - Amplasarea verticală sau orizontală a filtrelor peste stratul de aracet.
   - Repetarea acestor pași până la obținerea mai multor straturi de filtre


Figura 6. Realizarea epruvetelor

c) *Uscarea mostrelor:*
   - Lăsarea mostrelor să se usuce timp de minim 72 de ore.

d) *Finisare și pregătire pentru testare:*
   - Nivelarea mostrelor, dacă este necesară, pentru a le pregăti pentru testare.

Metode utilizate

a. *Densitatea aparentă*

Densitatea reprezintă masa unității de volum. Densitatea este o caracteristică foarte importantă a materialelor, între ea și alți parametri (conductivitate termică, duritate, compactitate) existând o legătură strânsă. Se notează cu litera grecească „ρ” și are ca unitate de măsură în Sistem Internațional (S.I) $[kg/m^3]$. [5]

Această determinare se face pe 3 probe. Se cântăresc prismele și se obține masa. Se măsoară cele trei dimensiuni ale prismelor: lungimea, lățimea și grosimea. Aplicând relația de calcul se poate determina densitatea aparentă.

$$\rho_a = \frac{m}{V_a} \quad (1)$$

unde m=masa probei, V_a=volumul aparent

$$V_a = L \cdot l \cdot g \quad (2)$$

unde L=lungimea, l=lățimea, g=grosimea

b. *Conductivitate termică*

Conductivitatea termică este realizată cu ajutorul aparatului Fox200 (TA Instruments, New Castle, Delaware, SUA). Studiul detaliază analiza exhaustivă a proprietăților termice și structurale ale compozitelor WFRGC, care combină cenușa zburătoare cu fibrele de lemn. Procesul de evaluare a conductivității termice a implicat o serie de etape riguroase, inclusiv pregătirea și tratamentul termic al probelor conform unor specificații precise.

Testele au fost efectuate sub condiții controlate de temperatură, iar echipamente specializate au fost calibrate pentru a asigura măsurători precise. Utilizarea microscopiei optice și electronice a permis o examinare în detaliu a structurii compoziției, relevând distribuții specifice ale dimensiunilor particulelor și compoziția chimică a cenușei zburătoare.

Rezultatele au evidențiat prezența fazelor cristaline și vitreoase în cenușa zburătoare, oferind o înțelegere mai profundă a compoziției și structurii materialelor analizate. Aceste descoperiri sunt esențiale pentru optimizarea proprietăților materialelor compozite și pentru identificarea potențialelor lor aplicații în domenii precum construcții avansate și tehnologii de izolație termică, contribuind astfel la avansarea cercetării în domeniul materialelor compozite și ingineriei materialelor. [6]

Determinarea s-a efectuat în cadrul Institutului Național de Cercetare-Dezvoltare în Construcții, Urbanism și Dezvoltare Teritorială Durabilă URBAN-INCERC, Cluj-Napoca .

$$\lambda = \frac{Q}{A \cdot \Delta T} \quad (3)$$

unde λ =conductivitatea termică, Q= fluxul de căldură care trece prin material, A= aria secțiunii transversale a materialului, ΔT= diferența de temperatură de-a lungul distanței prin care se propagă fluxul de căldură

c. *Rezistenta la foc*

Testul de rezistentă la foc a fost determinat conform normativului SR EN ISO 11925-2, teste de reacție la foc.[7] Probele testate au fost aceleasi probe care au fost supuse testului de conductibilitate termică.

Rezultate

Rezultatele obținute sunt prezentate în paragrafele/ tabelele de mai jos.

a. *Densitatea aparentă*

În tabelul 2 sunt prezentate rezultatele obținute cu privire la densitatea aparentă.

Tabel 2. Valorile obținute în calculul densității aparente.

Denumire proba	Masa (g)	Lungime (cm)	Lățime (cm)	Grosime (cm)	Volum aparent (cm^3)	Densitate aparenta $\left(\frac{g}{cm^3}\right)$
P1	510	14,5	13,5	2,59	507,579	1,004768
P2	527	13,5	13	3,02	530,010	0,994320
P3	496	14,3	14,2	3,11	631,719	0,785158

b. *Conductivitate termică*

În tabelul 3 sunt prezentate rezultatele obținute cu privire la conductivitatea termică.

Tabel 3. Valorile obținute în calculul conductivității termice.

Denumire probă	Conductivitatea termica $\lambda = \left[\frac{W}{m \cdot K}\right]$
P1	0,050505
P2	0,063295
P3	0,061965

c. *Rezistența la foc*

În tabelul 4 sunt prezentate rezultatele obținute cu privire procentul de pătrundere a flăcării in fiecare probă.

Tabel 4. Procentul de pătrundere a flăcării

Denumire probă	Procentul de pătrundere
P1	100%
P2	75%
P3	50%

În urma analizării tabelelor se observa faptul că probele prezintă fenomene asemănătoare precum:

- ultimul strat de filtre de țigări a fost nepătruns pe tot parcusul testului de către flacăra care se afla la 10cm de proba
- pătrunderea flacări celor 2 probe este asemănatoare , proba P2 având o pătrundere de 1,7cm iar proba 3 având o pătrundere de 1,3cm
- la proba P1 după 60 de secunde flacăra a început sa pătrundă primul strat
  la proba P2 si P3 după primele 60 de secunde focul afectua doar
  suprafața primului strat
- după 180 de secunde la prima probă deja s-au patruns ambele straturi de filtre pe când la a doua si a treia probă s-a pătruns numai primul strat
- după 300 de secunde la proba P2 si P3 ultimul strat a rămas intact focul neajungând pe cealaltă parte a probelor.



Figura 7. Proba P3 după 300 de secunde



Figura 8. Proba P2 după 300 secunde



Figura 9. Probele P1, P2, P3 după realizarea testului de rezistență la foc

3. Concluzii

Concluziile generale obținute din acest studiu vor fi prezentate în continuare. Filtrele de țigări reciclate, deschid noi oportunități pentru termoizolarea clădirilor , prin unicitatea sa ca și material de construcție. Prin reciclarea filtrelor de țigări ,într-un material termoizolant se diminuează problemele deșeurilor, dat fiind ca celuloza din filtre se destramă numai in 300 de ani.

În Figura 10 se prezintă comparația densității aparente a unor materialelor termoizolante aflate pe piață. Se observă faptul ca materialul termoizolant fabricat din filtre de țigări , au o densitate mult mai mare decat materialele clasice de termoizolare.

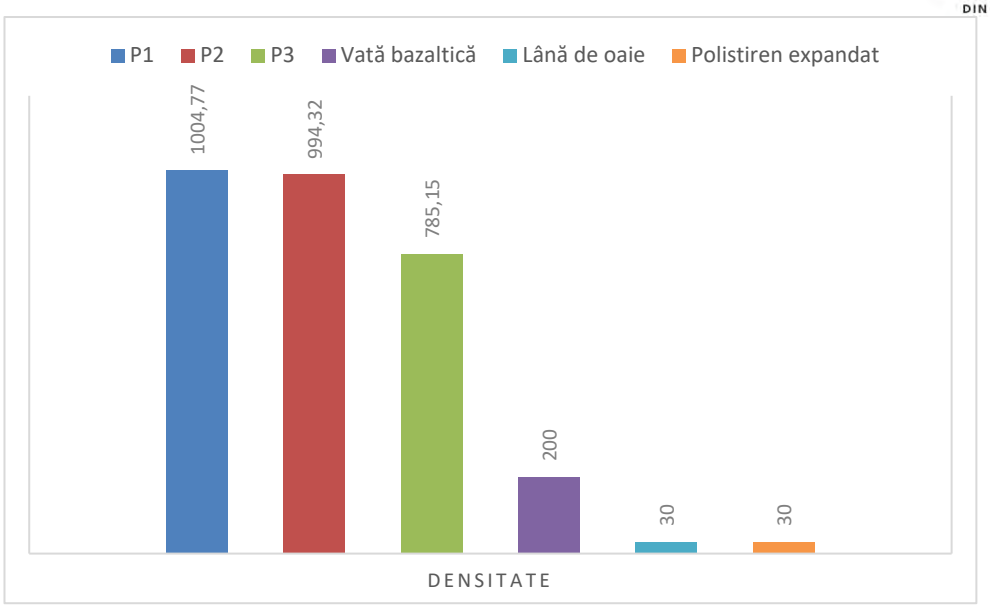


Figura 10 . Comparația densității aparente a materialelor termoizolante

În Figura 11 se compară conductibilitatea termică dintre probele făcute în laborator și materialele clasice folosite în construcții. Proba P1 confecționată în laborator se apropie cel mai mult de valorile materialelor clasice, precum vata bazaltică ,polistirenul expandat și lâna de oaie.

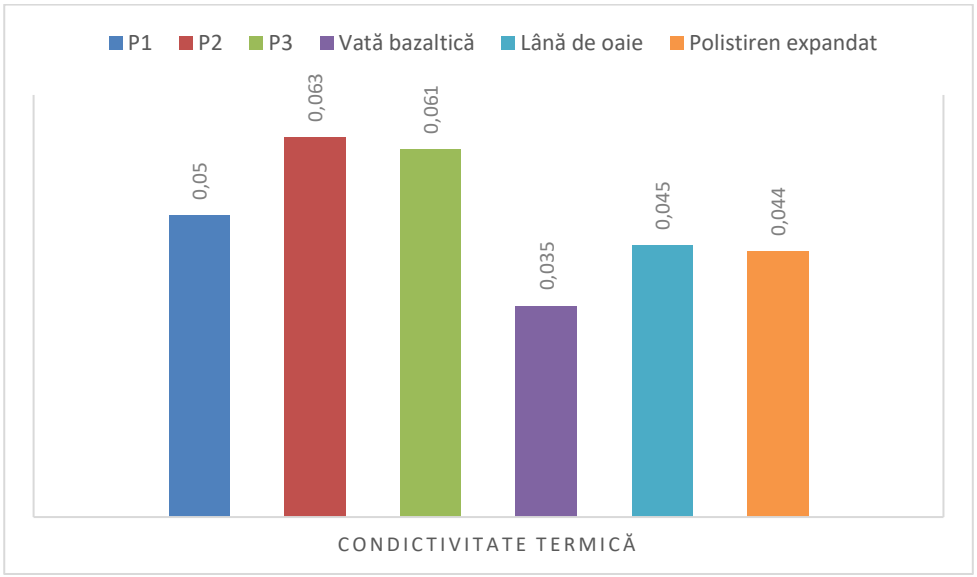


Figura 11. Comparația conductivității termice a materialelor termoizolante

Dezavantajul la aceste probe făcute din filtre de țigări reutilizabile este faptul că acestea trebuie ținute cel puțin 24 de ore în alcool etilic pentru a se putea dezinfecta ca să poată fi folosite. Pe de altă parte, acestea s-au dovedit, prin testele efectuate, eficiente ca material termoizolator având valori apropiate polistirenului expandat in studiul conductivității termice, dar o rezistență la foc cu mult mai bună.

Din toate datele extrase, și prin compararea celor trei probe între ele, se poate deduce faptul ca proba P2, în care filtrele au fost așezate pe orizontala și straturile suprapuse orizontal, a avut cele mai bune valori, prin urmare are cea mai avantajoasă metodă de realizare.

BIBLIOGRAFIE

1. Statistica deșeurilor municipale, https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Municipal_waste_statistics , 20 aprilie 2024, 11:20
2. Omer Adil Zainal Al-BAYATI, Ibtesam F. NASSER, Atif Ali HASAN, Riyadh Husni Aljawad, *Reducing energy consumption by using cigarette butts as waste material in concrete building materials*, 2021
3. Mucurile de țigară, ingredientul neașteptat pentru construcții mai eficiente, https://www.spatiulconstruit.ro/articol/mucurile-de-tigara-ingredientul-neasteptat-pentru-constructii-mai-eficiente/27126 , 7 aprilie 2024, 14:50
4. Aracet tip B Sticky, de construcții, 1 kg, https://www.leroymerlin.ro/produse/adezivi/808/aracet-tip-b-sticky-de-constructii-1-kg-alb/19840?gclsrc=aw.ds&gad_source=1&gclid=* , 15 aprilie 2024, 16:40
5. Alexandru Gheorghe Netea, Daniela Lucia Manea, Elena Jumătate, Florin Babota, Luminița Monica Pleșa, Răzvan Andrei Iernuțan, *Materiale de construcții. Chimie.* , 2019
6. Furtos Gabriel, Petru Pascuta, Luminița Monica Molnar, Kinga Korniejenko, *Mechanical and thermal properties of wood fiber reinforced geopolymer composites,* 2021
7. Claudiu Aciu, Daniela Lucia Manea, Luminița Monica Molnar, Elena Jumătate, *Recycling of polystyrene waste in the composition of ecological mortars , 2014*

CLĂDIRI REZISTENTE LA CUTREMUR

Autor/autori
Kata JÁKOB[1], Jesica - Claudia GÁL[2]
[1]*Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, jakobkataa@yahoo.com*
[2]*Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, jgal262@gmail.com*

Îndrumător/îndrumători
Asist. Dr. Ing. Simona S. STANCA
Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Simona.Stanca@ccm.utcluj.ro

REZUMAT: *Lucrarea urmărește efectele devastatoare ale cutremurelor asupra construcțiilor propunând modalități prin care acestea se pot diminua. Se vor aborda câteva posibilități de realizare pentru clădiri rezistente la cutremur: crearea unei fundații flexibile, care să atenueze undele seismice; amortizarea forțelor contrare cu ajutorul unui pendul. Se va începe cu dezvăluirea problemei în construcții, efectele devastatoare ale cutremurelor și consecințele acestora, ce efect poate aduce acest fenomen asupra clădirilor și cum le-am putea evita în viitor. România este o țară cu hazard seismic moderat și, de regulă, construcțiile sunt proiectate ținând cont de acțiunea seismică, prin prezenta lucrare propunem avem câteva idei menite a atinge un nivel superior de siguranță în domeniul construcțiilor. Vor fi prezentate reglementările după care se proiectează în țară, modalitățile de construire prin care putem oferi o siguranță în plus oamenilor și câteva exemple concrete. În ceea ce privește partea practică, se vor exemplifica câteva soluții de construire deja abordate în zilele noastre și care au avut efecte și rezultate benefice. Scopul acestei lucrări este de a sublinia potențialul inovațiilor de a salva vieți și de a minimiza pierderile materiale în fața amenințării permanente a cutremurelor.*

Cuvinte cheie: cutremur, clădire, materiale, metode.

1. Introducere

Ce este cutremurul?

„Seismul” sau „cutremurul” sunt termenii folosiți pentru mișcările pământului, ce constau în vibrații generate în zonele interne ale Terrei, propagate în formă de unde prin roci. Aceste vibrații rezultă din mișcările plăcilor tectonice, fiind des cauzate de o activitate vulcanică(vezi Figura 1) [1].

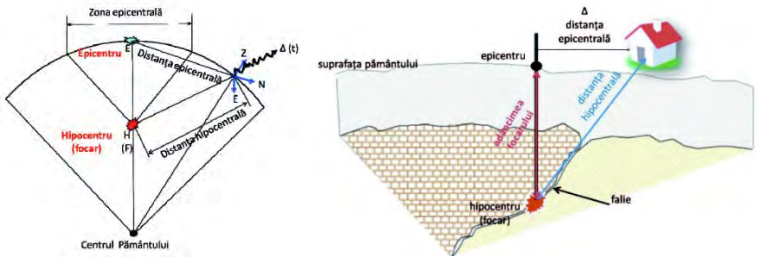


Figura 1. Propagarea cutremurului [1]

Cutremurul este un fenomen foarte periculos, mai ales în domeniul construcțiilor, deoarece este imprevizibil și poate produce dezechilibre în structură și în fundații, astfel provocând pagube sau chiar vătămări. De aceea este important să respectăm standardele și regulamentele impuse în construcții, ca să minimizăm riscul daunelor și a vieților pierdute. Chiar dacă în normativul din România nu se cere ca fiecare construcție să fie prevăzut cu mecanisme anti cutremur,

structuri care să reziste la acest fenomen, noi, cu această lucrare încercăm să încurajăm construirea a cât mai multor clădiri cu astfel de mecanism.

De ce este bine să construim clădiri și structuri care să reziste împotriva cutremurelor? Cutremurele pot apărea oriunde în lume și nu sunt un fenomen previzibil, astfel ne pot lua oricând pe surprindere. Într-adevăr nu fiecare țară și continent are parte de aceleași magnitudini și frecvențe, dar peste tot se poate întâmpla ca din cauza unei construcții prăbușite să se piardă o grămadă de vieți.

Dacă ar fi să comparăm două țări, care sunt la fel de predispuse la cutremure, dar folosesc alte tehnologii și alte metode în ceea ce privește construcțiile, se poate observa, de exemplu între Turcia și Japonia: atât Turcia, cât și Japonia sunt țări expuse la activitate seismică din cauza pozițiilor lor geografice în zonele de margine a plăcilor tectonice. Cu toate acestea, Japonia este mai bine pregătită pentru cutremure datorită investițiilor masive în cercetare seismică, infrastructură rezistentă la cutremure și educație publică în domeniul siguranței seismice. În timp ce Japonia are un sistem avansat de avertizare timpurie și clădiri proiectate pentru a rezista la cutremure, Turcia se confruntă cu provocări legate de implementarea standardelor de construcție seismică și de modernizarea infrastructurii existente pentru a face față cutremurelor. În 2023, 6 februarie un cutremur de magnitudinea 7,8 a lovit sudul Turciei creând pagube pe o suprafață de 350.000 km și a afectat aproximativ 14 milioane de persoane, în urma acelui eveniment cel puțin 57 mii de persoane și-au pierdut viața și peste 121 de mii de răniți au fost. Pe polul opus, în Japonia unul din cele mai recente cutremure se poate număra cel din Noto, care s-a desfășurat pe 1 ianuarie 2024 de o magnitudine de 7,6. Acest cutremur a provocat doar 245 de decese și 1,303 răniri, acestea numere sunt mici datorită faptului că Japonia e o țară care a investit în sisteme de avertizare și în proiectare [2].

Când vorbim despre cutremur, fiecare secundă poate fi una decisivă și poate apăra sau distruge vieți, de aceea încercăm să punem un accent pe proiectarea și construirea clădirilor rezistente la cutremur.

Cutremurele din România de origine tectonică se produc de-a lungul unor fâșii crustale (situate la adâncimi < 60km) sau la adâncimi intermediare (aproximativ între 60 și 200 km adâncime) (vezi Figura 2), [3]. La 4 martie 1977, în România a avut loc un cutremur devastator, cu o magnitudine de 7,2 pe scara Richter12. Cutremurul a durat 55-56 de secunde și a fost unul dintre cele mai puternice din Europa în secolul XX.

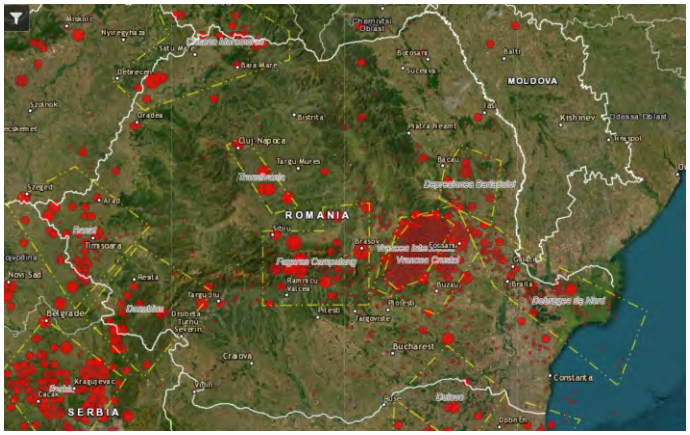


Figura 2. Harta cutremurelor din România [3]

2. Reguli importante despre proiectare împotriva cutremurelor

Clasa de risc seismic este un indicator sintetic al susceptibilității de avariere seismică a unei clădiri existente la acțiunea cutremurului de proiectare, corespunzător stării limita ultime.

În România, conform codului de proiectare seismică P100-3/2019 și Legea nr. 212/2022 privind unele măsuri pentru reducerea riscului seismic al clădirilor [4], se definesc patru clase de risc seismic (vezi Figura 3) [5]



Figura 3. Clase de risc seismic [5]

Există mai multe scări de măsurare a intensității seismice, cum ar fi scara de intensitate MSK-64 și JMA (Japan Meteorological Agency), însă cea mai folosită scară de măsurare în Europa și în Statele Unite ale Americii este scara de intensitate Mercalli Modificată – MM, denumită uzual scara Mercalli (vezi Figura 4) [6].

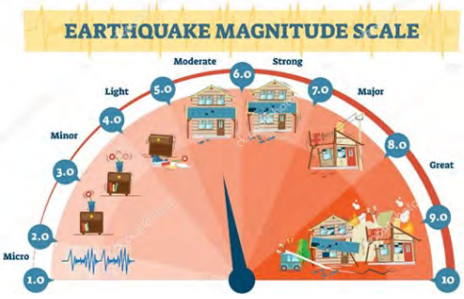


Figura 4. Scara de magnitudine a cutremurului [6]

Pentru ca o clădire sa reziste la cutremure este important ca fundația acesteia sa fie stabilă și să fie ridicată deasupra pământului, astfel încât atunci când baza ei se mișcă în timpul evenimentului seismic, izolatorii vibrează, iar structura rămâne constanta. Dacă fundația este construită corect, respectiv dacă aceasta rezistă la forțele seismice, atunci se asigură protecția oamenilor. Când se produce un cutremur, seismul trimite unde de șoc in pământ la intervale scurte și rapide, în diferite direcții. De regulă, clădirile nu pot suporta foarte bine forțele laterale emise de cutremur, ele gestionează mai bine forțele verticale.

Legislația privind cutremurele variază în funcție de țară și de jurisdicție. În multe țări, există regulamente și norme de construcție care impun standarde pentru siguranța seismică a clădirilor. Acestea includ cerințe referitoare la proiectarea, construcția și întreținerea clădirilor pentru a le face mai rezistente la cutremure.

De asemenea, în multe țări există reguli privind pregătirea și răspunsul în caz de cutremur, care pot include instrucțiuni pentru cetățeni, planuri de evacuare și echipamente de urgență obligatorii sau recomandate.

În plus, unele țări au organizații sau agenții guvernamentale specializate în gestionarea riscurilor seismice și în dezvoltarea politicilor și a programelor de reducere a riscului seismic.

Este important ca cetățenii să fie familiarizați cu legislația și regulile specifice din țara lor și să respecte toate cerințele și recomandările pentru a se proteja în caz de cutremur și pentru a contribui la reducerea riscului seismic în comunitatea lor.

Cutremurele pot afecta clădirile în mai multe moduri, în funcție de intensitatea și durata lor. Unele dintre efecte includ fisuri în structură, prăbușirea pereților sau a acoperișului, prăbușirea întregii clădiri sau rănirea persoanelor aflate în interior. Astfel de evenimente

evidențiază importanța construirii și întreținerii clădirilor rezistente la cutremure și a implementării normelor de siguranță seismică.

3. Metode și Tehnologii utilizate la construcții

Există mai multe posibilități de realizare pentru clădiri rezistente la cutremur, cum ar fi:

- Amortizarea forțelor contrare cu ajutorul unui pendul împotriva cutremurelor

Dispozitive de amortizare cu masa acordata (TMD) - Un amortizor cu masa acordată (TMD – Tuned Mass Damper) este un dispozitiv compus dintr-o masa, un resort și un amortizor atașate unei structuri cu rolul de a-i reduce răspunsul dinamic.
Amortizarea forțelor contrare cu ajutorul unui pendul împotriva cutremurelor este o metodă ingenioasă și eficientă în reducerea efectelor distructive ale mișcărilor seismice. Pendulul este montat în structura clădirii și funcționează ca un contra-greutate care se mișcă în direcții opuse vibrațiilor induse de cutremur. În momentul în care clădirea începe să se clatine, pendulul își schimbă poziția în funcție de intensitatea și direcția mișcării, contrabalansând astfel efectele seismului și reducând solicitările asupra structurii. Această tehnologie oferă o soluție ingenioasă pentru protejarea clădirilor în zonele predispuse la cutremure, contribuind la siguranța și stabilitatea acestora în fața amenințărilor naturale. Este eficientă pentru construcții de mărimi mai mari (vezi Figura 5) [7].

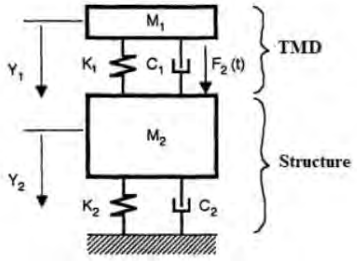


Figura 5. Principiile de funcționare ale amortizorului de masă reglată [7]

Figura 6a [8] de mai jos ilustrează o clădire tipică fără TMD. Atunci când o forță laterală (de exemplu, seismică sau vântul) lovește structura, clădirea va deveni excitată și deplasată (x1), generând forță cinetică (K1) datorită masei sale și a accelerației consecutive. Clădirea se va întoarce apoi la o altă deplasare (x2) pe cealaltă parte. În teorie, x1 va fi mai mare decât x2 și x2 va fi mai mare decât următoarea deplasare a următoarei balansări (adică x3), ceea ce înseamnă că va exista un moment în care deplasarea va ajunge în curând la zero. Acest scenariu se datorează raportului de amortizare inerent al clădirii. Raportul de amortizare este un parametru adimensional care măsoară modul în care o anumită oscilație scade după o anumită perturbare sau excitare. Timpul necesar clădirii pentru a finaliza o rundă de leagăn (de la stânga la dreapta și apoi de la dreapta la stânga) este așa-numita „perioadă de timp” a structurii. Aceasta înseamnă că, cu cât perioada este mai mare, cu atât este nevoie de mai mult timp pentru ca clădirea să revină la poziția inițială. Dacă introducem un TMD în aceeași clădire menționată mai sus, noua diagramă schematică este ilustrată în figura 6b [8]. În teorie, obiectivul principal al unui TMD este să acționeze ca un „contraagent” și să absoarbă energia cinetică (K1, K2) dezvoltată în timpul excitației clădirii. Când structura începe să se balanseze, generând astfel energia cinetică K1, TMD este pus în mișcare cu ajutorul arcului/pendulului și forțează clădirea în direcția opusă prin forța de contracarare (D1). Același scenariu se întâmplă atunci când clădirea se balansează în cealaltă direcție (K2 vs. D2). Ca efect, comparând cele două diagrame de mai sus, se poate observa că deplasările x1 și x2 pentru Schema B sunt mai mici decât cele pentru Schema A. Acest rezultat se datorează forței de contracarare oferită de TMD ori de câte ori clădirea încearcă să se balanseze în oricare dintre acestea. direcţie. Acest lucru va însemna,

de asemenea, că clădirea va înceta oscilarea într-un interval de timp mai scurt și se va stabiliza mai repede; o caracteristică pe care inginerii structurali doresc să o vadă în evaluările lor de funcționare.

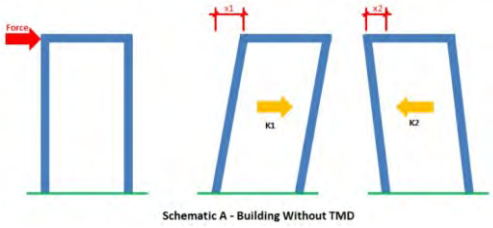


Figura 6a. Clădire fără sistem TMD [8]

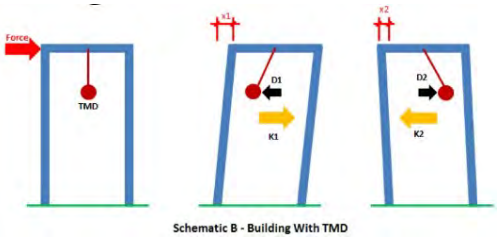


Figura 6b.Clădire cu sistem TMD [8]

Dispozitive de amortizare cu masa acordata (TMD), avantaje și dezavantaje, vezi tabelul 1:

Tabelul 1. Avantaje și dezavantaje

Avantaje:	Dezavantaje:
• mecanism relativ simplu și ușor de realizat, • fiabilitate crescută dată de simplitatea mecanismului, • reduce amplitudinile deplasărilor, accelerațiilor de nivel și ale eforturilor cu 20%-50%, • crește amortizarea oscilațiilor sistemului structural, • reduce incursiunile în domeniul plastic ale elementelor de construcție, • oferă avantaje chiar dacă structura depășește domeniul elastic de comportare	• încarcă local elementele structurii cu forte gravitaționale importante, • sistemul de prindere de structura trebuie gândit astfel încât să distribuie încărcarea la cât mai multe elemente, • dacă modurile proprii de vibrație de translație pe cele două direcții principale diferă mult (ca masă participantă și/sau perioadă), acestea nu pot fi controlate simultan cu același pendul.

- Amortizarea vibrațiilor

Amortizoarele de vibrații sunt dispozitive proiectate pentru a absorbi și a redistribui energia generată de cutremure. Acestea pot fi montate în diverse puncte ale clădirii, inclusiv în structura de susținere sau în interiorul pereților. Amortizoarele de vibrații pot fi realizate sub formă de amortizoare hidraulice, amortizoare cu frecvență naturală sau alte tipuri de dispozitive speciale, care sunt proiectate să reducă oscilațiile clădirii și să diminueze forța transmisă structurii în timpul unui cutremur (vezi Figura 7) [9].

Tipuri de amortizoare:

•Amortizori histeretici

Dispozitivele disipatoare de energie la care elementul activ este din tabla de forma triunghiulară, denumite TADAS (Triangular Plate Added Damping And Stiffness) se utilizează în mod curent cuplate și prezinta o comportare foarte bună la un număr mare de cicluri de solicitare la încovoiere. În figura7 se prezintă forma dispozitivului și relația forță-rotire la un ciclu alternant. Forma conduce la o curbură constantă și deci fiecare secțiune intră simultan în curgere, astfel încât întregul element absoarbe energie.

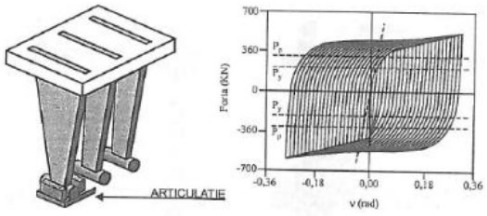
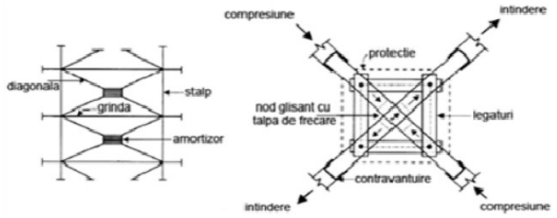


Figura 7 Sistemul de tip TADAS și modul de comportare [9]

•Amortizori cu frecare

Există mai multe tipuri de amortizori cu frecare, având diverse materiale folosite pentru suprafețele de frecare, cum ar fi oțel pe oțel sau oțel pe alamă sau alte materiale, sau conform numelor autorilor de brevete de invenție și anume: Pall, Sumitomi, Damptech, SERB, etc. (vezi Figura 8) [9]:



Amortizor cu frecare de tip Pall

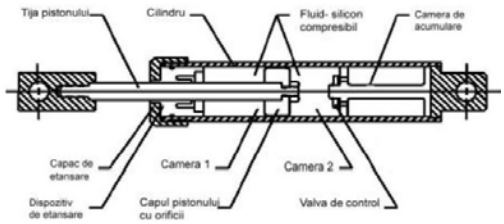


Amortizor cu frecare de tip Damptech si amplasarea acestuia in structura in contravantuiri de tip V

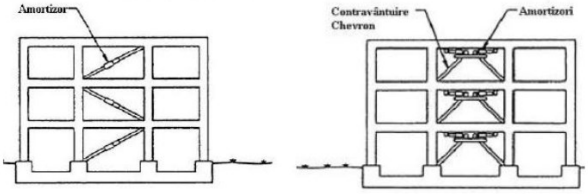
Figura 8. Amortizori cu frecare [9]

•Amortizori vâscoși

Amortizorii vâscoși sunt considerați în prezent cei mai eficienți în preluarea unei mari parți din energia indusă de seism. Aceștia au capacitatea de a disipa aproape întreaga energie seismică, permițând structurii să lucreze în domeniul elastic în timpul seismului. Sistemele de disipare a energiei seismice prin amortizare vâscoasa sunt adecvate pentru structuri relativ flexibile (vezi Figura 9) [9, 10]:



Alcătuirea unui amortizor cu fluid vâscos (9)



Moduri de amplasarea a amortizorilor în structură (P100-3/2008)

Figura 9. Amortizori vâscoși [9]

- Crearea unei fundații flexibile

Fundațiile flexibile sunt esențiale în protejarea clădirilor împotriva efectelor devastatoare ale cutremurelor. Acestea sunt proiectate să ofere o anumită flexibilitate și capacitate de absorbție a șocurilor, permițând clădirilor să se miște în mod controlat în timpul unui cutremur, fără a suferi daune majore. Fundațiile flexibile includ tehnologii precum izolatoarele seismice și amortizoarele de vibrații (vezi Figura 10) [11]:

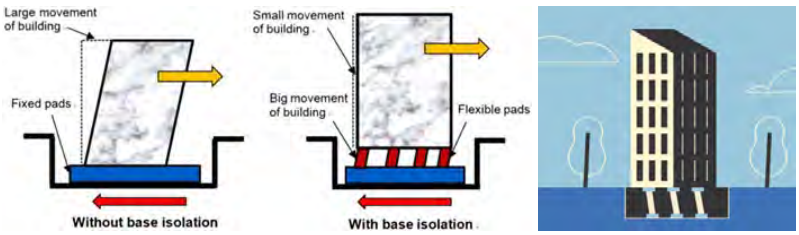


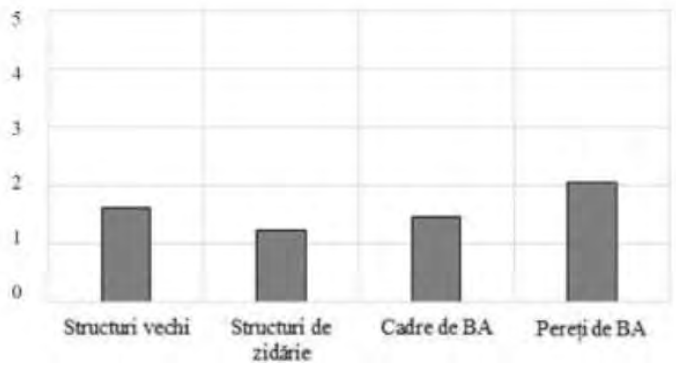
Figura 10. Fundație flexibilă [11]

4. Materiale de construcție utilizate și proprietățile acestora

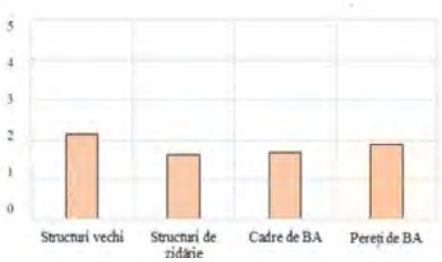
Construcțiile trebuie să aibă o rezistență înaltă la cutremur, pentru a proteja persoanele aflate în clădire dar și în apropierea acesteia. Cutremurele pot provoca daune la clădiri și la infrastructurile acestora sau pot produce alunecări de teren. O structură de rezistență a clădirii, realizată cu materiale rezistente, care să nu cedeze la șocuri, dovedește o siguranță mai mare pentru oameni.
Ductilitatea, este de departe cea mai importantă proprietate a materialelor. Materialele de construcție trebuie alese în funcție de tipul clădirii, de buget și de preferințele constructorilor:

- Cărămida și betonul, fragile în fața cutremurelor.
- Utilizate independent, aceste materiale de construcție nu prezintă o rezistență ridicată în fața cutremurelor, primind o cantitate mare de energie în momentul șocului și fiind inflexibile.
- BCA-ul, ușor dar sigur.
- Avantajul BCA-ului este că este stabil, în ciuda greutății ușoare. Acesta își menține proprietățile, nu se macină și nu putrezește.
- Beton armat pentru zonele predispuse la seisme mari.
- Acest tip de material are o rezistență mare datorită barelor și sârmelor de oțel din compoziția acestuia. Betonul poate fi armat și cu fibre, precum polipropilenă, metal, fibră de sticlă și fibră de carbon.
- Oțel și lemn.
- Pentru ca un material să reziste la solicitări și vibrații, trebuie să aibă o ductilitate ridicată, care este capacitatea de a suferi deformări și tensiuni mari. Clădirile moderne sunt adesea construite cu oțel structural, o componentă care vine într-o varietate de forme și care permite clădirilor să se îndoaie fără să se rupă. Lemnul este, de asemenea, un material surprinzător de ductil datorită rezistenței sale ridicate în raport cu structura sa ușoară.
- Aliajele cu memorie de formă pot suporta presiuni mari și pot reveni la forma inițială.
- Folia de plastic ranforsată cu fibre – realizată dintr-o varietate de polimeri – poate fi înfășurată în jurul coloanelor și oferă până la 38% rezistență adăugată și ductilitate.

În figura de mai jos 11, este prezent gradul de avariere al construcțiilor din București și Iași după cutremurul din Vrancea, martie 1977 [12]:



Gradul mediu de avariere după cutremurul din Vrancea din 1977: București



Gradul mediu de avariere după cutremurul din Vrancea din 1977: Iași
Figura 11. Gradul de avariere al construcțiilor din București și Iași în funcție de materialele utilizate [12]

5. Concluzii

Știați că în fiecare an se produc în lumea întreagă aproximativ 1,3 milioane de cutremure de pământ, în urma cărora își pierd viața aproape 8.000 de oameni?
Iată câteva lucruri interesante despre cutremure:

- Suprafața pământului este formată din 20 de plăci care se mișcă constant. Presiunea crește în cazul alunecării unei plăci, fapt care poate provoca o rupere a scoarței terestre, generând cutremure.
- În fiecare an se produc aproximativ 1,3 milioane de seisme, majoritatea cu o magnitudine de 2,9 sau mai mică.
- Seismele sunt cauzate în principal de faliile geologice, dar pot fi provocate și de alunecările de teren, de testele nucleare și testele cu rachete și în urma activității vulcanice.
- Cutremurele pot trezi vulcanii, așa cum s-a întâmplat în cazul Muntelui Sf. Elena din SUA în 1980, sau în cazul Muntelui italian Etna, care a erupt brusc în 2002.

Clădirile rezistente la cutremur reprezintă un domeniu vital al ingineriei și arhitecturii moderne, care vizează să protejeze comunitățile în fața riscurilor naturale. Prin utilizarea tehnologiilor avansate și a strategiilor inovatoare, este posibil să se reducă semnificativ impactul cutremurelor asupra infrastructurii urbane și să se asigure un mediu mai sigur pentru locuitorii zonelor seismice.

BIBLIOGRAFIE

1.https://infp.ro/index.php?i=dct
2. https://ro.wikipedia.org/wiki/Cutremurele_din_Turcia_%C8%99i_Siria_din_6_februarie_2023
3. https://infp.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=d653bf8267ac4ea2b10a53718097eeda
4. https://legislatie.just.ro/Public/DetaliiDocument/257526
5. https://reporter24.ro/wp-content/uploads/2023/03/infografic-clasele-de-risc-seismic-scaled.jpg
6. https://geovera.com/2023/04/27/history-richter-scale/
7. https://theconstructor.org/structural-engg/tuned-mass-damper/1198/)
8. https://bsbgroup.com/blog/the-mechanism-and-applications-of-tuned-mass-damper-tmd
9. Stoica D., *Construcții civile probleme și soluții moderne*, București 2014
10. https://www.encipedia.org/articole/evaluare/coduri-de-evaluare/p100-3-2019-cod-de-proiectare-seismica-partea-a-iii-a-prevederi-pentru-evaluarea-sesimica-a-cladirilor-existente
11. https://www.bigrentz.com/blog/earthquake-proof-buildings
12. https://sgg.gov.ro/1/wp-content/uploads/2022/11/ANEXA-36.pdf
13. https://www.mydimmerhome.com/2021/06/04/comportarea-caselor-la-cutremur-de-ce-casele-din-lemn-sunt-foarte-rezistente-la-seism/
14. https://ro.m.wikipedia.org/wiki/Seismicitatea_Rom%C3%A2niei
15. https://legislatie.just.ro/Public/DetaliiDocument/257526
16. https://amccrs-pmb.ro/2022/06/ce-este-cutremurul/
17. https://ro.m.wikipedia.org/wiki/Cutremur
18.https://infp.ro/index.php?i=dct
19.http://casabistrita.ro/materiale-de-constructii-rezistente-la-seisme/
20.https://staifconstruct.ro/cele-mai-bune-materiale-de-constructii-rezistente-la-cutremure/
21.https://m.ziare.com/amp/casa/ce-spun-specialistii-despre-modul-cum-se-proiecteaza-o-cladire-rezistenta-la-cutremure-1586262

STUDII PRIVIND UTILIZAREA DEȘEURILOR DE CAFEA ÎN COMPOZIȚIA UNOR BETOANE

Autor/autori

Teodora C. LUCACI[1], Horațiu V. OPREA[2]
[1]*Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică Cluj-Napoca* teodorlucaci2004@gmail.com
[2]*Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică Cluj-Napoca* hooprea11@yahoo.com

Îndrumător/îndrumători
Conf. Dr. Ing. Camelia M. NEGRUȚIU
Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică Cluj-Napoca, camelia.negrutiu@dst.utcluj.ro

REZUMAT: *Betonul este cel mai utilizat material de construcții. Un procent de (80-85)% din compoziția acestuia este reprezentat de agregate, a căror exploatare aduce din ce în ce mai multe distrugeri ale mediului. În același timp, reziduurile de cafea sunt irosite, contribuind la poluarea mediului. Astfel, în această lucrare am analizat modificarea proprietăților betonului, dacă în compoziția acestuia adăugăm zaț de cafea drept înlocuitor al unui procentaj din agregat (nisip). Având în vedere aceste aspecte și pornind de la un studiu existent, încercăm să optimizăm rețeta creată pentru noi direcții de cercetare.*

Cuvinte cheie: zaț de cafea, beton, agregate, reciclare

1. Introducere

La ora actuală, betonul este al doilea material utilizat, după apă. Datorită proprietăților sale, durabilitate, versatilitate și accesibilitate, poate fi inclus cu ușurință în lucrări de infrastructură și suprastructură, locuințe, drumuri, etc. Eficiența lui este dovedită prin multe clădiri simbol ale lumii, în structura cărora regăsim acest material. Betonul se obține printr-un proces de întărire al amestecului format din agregate, liant – ciment și apă. În compoziția lui putem avea aditivi sau adaosuri. [1]

Scopul – prin această lucrare ne dorim să producem un beton ecologic cu adaos de zaț de cafea. Prin utilizarea lui la scară mare s-ar rezolva două probleme de mediu, prin urmare este nevoie de efectuarea unor studii care să verifice avantajele și dezavantajele noului material.

1.1 Problematică – ecologie

Pe lângă avantajele pe care le prezintă betonul, de-a lungul timpului au apărut și o serie de dezavantaje dintre care amintim: amprenta de CO_2 rezultată din procesul tehnologic de producere a clincherului de ciment folosit ca liant în compoziția betonului, deșeurile rezultate în urma demolării clădirilor, și exploatările necontrolate și ilegale de nisip și pietriș.

Exploatările de nisip și pietriș au un impact negativ asupra mediului. Se accelerează procesul de eroziune al malurilor râului, scade nivelul pânzei freatice – implicit dispar resursele de apă, vegetația din proximitate se usucă, dispar specii de plante și animale. Conform Asociației pentru Conservarea Diversității Biologice, exploatările de pietriș și nisip sunt ilegale dacă „se exploatează din albia minoră a cursurilor de apă în perioada de restricție (1 aprilie – 1 octombrie); se exploatează în perimetrul ariilor naturale protejate; se pun în pericol digurile de protecție împotriva inundațiilor; sunt depășite perimetrele marcate de exploatare.” [2]

Inclusiv în țara noastră au fost reclamate astfel de activități ilegale cu urmări nedorite asupra naturii. Astfel, accentul trebuie pus pe folosirea eficientă și controlată a resurselor.

1.2 Zaț de cafea (spent coffe grounds)

Prin descompunerea materiilor organice, în atmosferă se degajă gaz metan care este „de 21 de ori mai distrugător decât CO_2 în ceea ce privește încălzirea globală.” [3] Potrivit mai multor studii făcute în România (Ziarul Libertatea, Capital Comunicate, Blog Espresso Caffee, Ziarul Financiar), un român consumă în medie 2,5 kg/an. [4] Considerând populația țării 19,05 mil. (recensământ 2022), avem o cantitate de 47625 tone/an.

Zațul de cafea este un deșeu rezultat în urma producerii cafelei, care ajunge să fie aruncat. În procesul de descompunere în gropile de gunoi, zațul contribuie semnificativ la emisiile de gaz metan. Industria cafelei este în continuă creștere, prin urmare, trebuie găsită o soluție care să oprească risipa acestui deșeu cu multe întrebuințări deja cunoscute – îngrășământ pentru plante, neutralizarea mirosurilor, cosmetică etc. [4]

1.3 Beton cu adaos de zaț de cafea (SCG)

Adaos – „material mineral fin granular utilizat pentru îmbunătățirea unor proprietăți ale betonului” [5]

Făcând o paralelă între cele două probleme enunțate mai sus, am dezvoltat o rețetă de beton cu adaos de zaț de cafea. Astfel, se poate limita exploatarea de nisip și pietriș ce răspunde nevoii urgente de materiale necesare în industria construcțiilor precum și reciclarea și reutilizarea zațului de cafea.

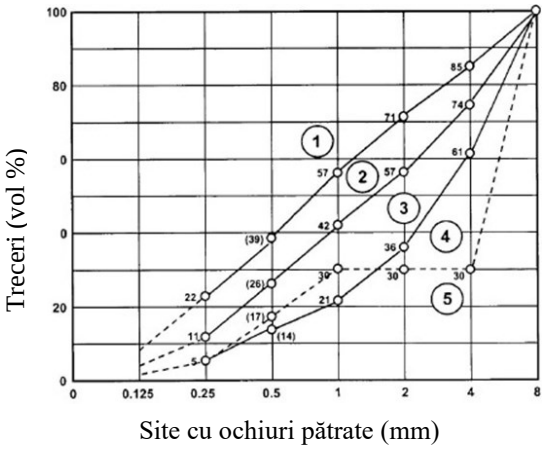
2. Studiu de caz

Pentru această cercetare am folosit drept punct de plecare studiul efectuat în cadrul School of Engineering, RMIT University, Melbourne, Australia, de către Rajeev Roychand, Shannon Kilmartin-Lynch, Mohammad Saberian, Jie Li, Guomin Zhang, Chun Qing Li intitulat „Transforming spent coffee grounds into a valuable resource for the enhancement of concrete strength”. În urma încercărilor realizate, cercetătorii australieni au ajuns la concluzia că un adaos de zaț de cafea reprezentând 20% din cantitatea de agregate fine, crește cu 29,3% rezistența la compresiune a betonului. [3]

2.1 Materiale utilizate

Ciment – pentru rețete am utilizat EXTRADUR CEM I 52,5R de la Holcim. Se folosește în special pentru lucrări ce necesită rezistențe mari în timp scurt și pentru elemente prefabricate.

Agregate – am folosit agregate 0-8 mm; pentru a obține o clasă cât mai bună a betonului, am ales curba granulometrică ideală conform NE 012-1/2022 (Anexa L). [6]



Legendă
1 - nefavorabilă
2 - utilizabilă
3 - favorabilă
4 – favorabilă pentru compoziție granulometrică discontinuă
5 – nefavorabilă

Figura 1. Zonele de granulozitate pentru agregat 0-8 mm

În urma interpretării graficului de mai sus au rezultat următoarele valori:

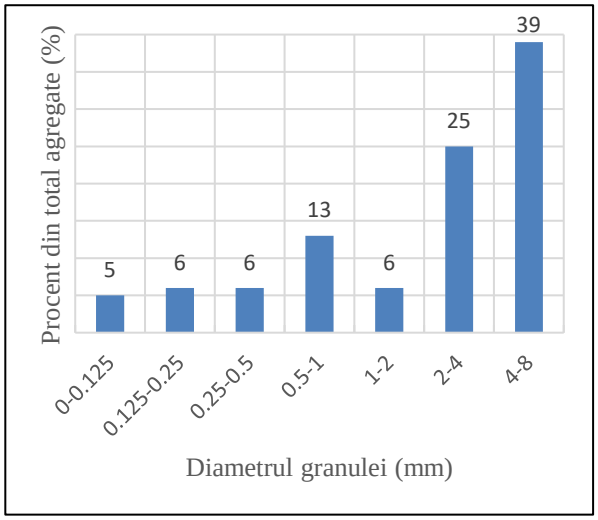


Figura 2. Ponderea sorturilor în cantitatea totală de agregate

Zaț de cafea – colectat de la o cafenea din apropierea Facultății de Construcții.

2.2 Rețeta de beton

Valori proiectate [6]

- Dozajul A/C = max. 0,5
- Dozaj minim ciment (C) = 300 kg
- Dozaj apă = 150 kg
- Aditiv plastifiant = 5,67 kg
- Determinarea cantității de agregat = 1957 kg

$$Aag = \rho ag \times \left(1 - \frac{C}{\rho c} - \frac{A}{\rho a} - \frac{Superpl.}{\rho superpl} - P\right) \quad (1)$$

Unde ρag – densitatea agregatelor; C – dozajul de ciment; A – cantitatea de apă; P – aer oclus

$$Aag = 2700 \times \left(1 - \frac{300}{3000} - \frac{150}{1000} - \frac{5,67}{1050} - 0,02\right) \quad (2)$$

- Calcularea agregatului pe sorturi

Tabelul 1. Cantități agregat pe sorturi

Sorturi (mm)	**Volum procentual (%)**	**Cantități (kg/mc)**
0-0,125	5	97,85
0,125-0,25	6	117,42
0,25-0,5	6	117,42
0,5-1	13	254,41
1-2	6	117,42
2-4	25	489,25
4-8	39	763,23



Figura 3. Tipuri de agregate

- 0-0,125 $\frac{5}{100} \times 1957 = 97,85$ kg/mc
- 0,125-0,25 $\frac{6}{100} \times 1957 = 117,42$ kg/mc
- 0,25-0,5 $\frac{6}{100} \times 1957 = 117,42$ kg/mc
- 0,5-1 $\frac{13}{100} \times 1957 = 254,41$ kg/mc
- 1-2 $\frac{6}{100} \times 1957 = 117,42$ kg/mc
- 2-4 $\frac{25}{100} \times 1957 = 489,25$ kg/mc
- 4-8 $\frac{39}{100} \times 1957 = 763,23$ kg/mc

2.3 Procedeu experimental

Etapa I – după colectare, o parte din zațul de cafea a fost tratată termic timp de 2 ore la o temperatură de 300-400º C într-un cuptor.

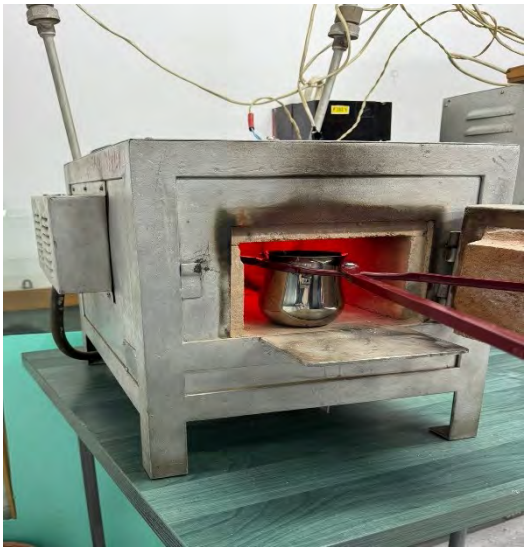


Figura 4. Tratarea termică a zațului de cafea

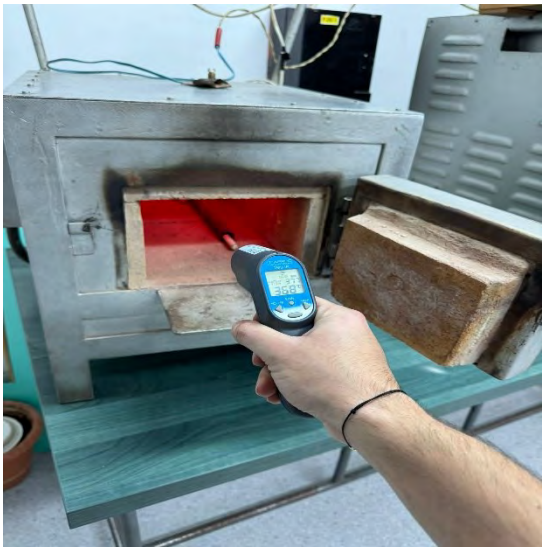


Figura 5. Verificarea temperaturii

Etapa II – am folosit setul de ciururi pentru a pregăti cantitățile necesare de agregat din fiecare sort calculat anterior în vederea turnării probelor de beton și am stabilit compoziția granulometrică a zațului de cafea.



Figura 6. Setul de ciururi



Figura 7. Zațul de cafea pe sita de 0,25 mm

Etapa III – am calculat volumul de beton necesar pentru a turna 3 rețete a câte 4 cuburi de dimensiunea 5x5x5 cm.

$$Volum\ cub = 0{,}05 \times 0{,}05 \times 0{,}05 \quad (3)$$

$$Volum\ rețetă = 4 \times Volum\ cub \quad (4)$$

$$Volum\ rețetă \cong 0{,}001\ mc \quad (5)$$

Etapa IV – am ales să turnăm 2 rețete diferite pentru a putea compara proprietățile fizice și mecanice ale betonului standard cu ale betonului cu adaos de zaț de cafea tratat termic. Pe lângă acestea, am turnat a 3-a rețetă cu zaț de cafea netratat termic – în starea normală în care ajunge să fie aruncat.

Tabelul 2. Rețete finale

	1. Rețeta control (W)	**2. Rețetă adaos zaț tratat (TCG)**	**2'. Rețetă adaos zaț tratat + 7% ciment (TCG+)**	**3. Rețetă adaos zaț netratat (UCG)**
Ciment	350 kg/mc	350 kg/mc	375 kg/mc	350 kg/mc
Apă	235 l/mc	350 l/mc*	350l/mc	200 l/mc
Agregat	1957 kg/mc			
0-0,125	97,85 kg/mc	97,85 kg/mc	97,85 kg/mc	97,85 kg/mc
0,125-0,25	117,42 kg/mc	117,42 kg/mc	117,42 kg/mc	117,42 kg/mc
0,25-0,5	117,42 kg/mc	117,42 kg/mc **zaț cafea**	117,42 kg/mc **zaț cafea**	117,42 kg/mc **zaț cafea**
0,5-1	254,41 kg/mc	254,41 kg/mc	254,41 kg/mc	254,41 kg/mc
1-2	117,42 kg/mc	117,42 kg/mc	117,42 kg/mc	117,42 kg/mc
2-4	489,25 kg/mc	489,25 kg/mc	489,25 kg/mc	489,25 kg/mc
4-8	763,23 kg/mc	763,23 kg/mc	763,23 kg/mc	763,23 kg/mc

* - a se observa că în cazul rețetei TCG s-a ajuns la un raport A/C = 1. Inițial, când raportul A/C = 0,5 materialul nu se omogeniza, având o lucrabilitate extrem de scăzută.



Figura 8. Rețeta TCG raport A/C = 0,5



Figura 9. Tipurile de beton în cofraje

Etapa V – am decofrat cuburile care au fost ulterior numerotate și cântărite.



Figura 10. Cuburi de beton după decofrare



Figura 11. Încercarea la compresiune cu presa hidraulica

Etapa VI – încercări pentru determinarea rezistenței la compresiune
Am testat rezistența la compresiune a probelor de beton la 22 zile.

2.4 Proprietățile betonului în stare proaspătă

Primul aspect pe care l-am observat a fost neomogenizarea amestecului în cazul rețetei TCG, fiind nevoie să dublăm cantitatea inițială de apă pentru a obține o lucrabilitate a betonului. Acest factor ar putea influența rezistențele finale la compresiune ale betonului.

Deoarece zațul de cafea este un material extrem de poros, are capacitatea de a absorbi o cantitate mare de apă.

La nivel cromatic, se poate distinge ușor betonul cu adaosuri, existând diferențe de nuanță inclusiv între betonul TCG și UCG.

2.5 Proprietățile betonului în stare întărită

Densitatea aparentă – probele au fost cântărite și s-a făcut media maselor/rețetă.

Tabelul 3. Proprietăți fizice

Rețeta	**Masa (g)**	**Dimensiuni (cm)**	**Densitate (kg/mc)**
W	298,75	5x5x5	2390
TCG	257,50	5x5x5	2060
TCG+	645	7x7x7	1880
UCG	281,25	5x5x5	2250

Se constată o scădere cu 16% a densității betonului în cazul rețetei cu adaos de zaț de cafea, aspect ce constituie un avantaj. Dacă pentru rețeta W avem un beton greu, pentru celelalte rețete avem un beton semigreu sau chiar ușor. [5]

Rezistența la compresiune

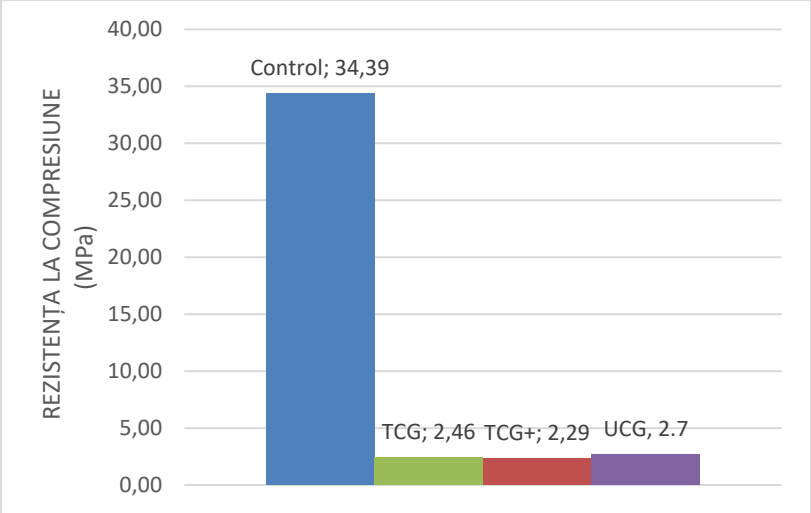


Figura 12. Rezistențele la 22 zile

3. Concluzii

În urma rezultatelor obținute, putem afirma că această lucrare de cercetare constituie un studiu incipient pe această temă. Ca urmare a valorilor neconcludente, nu putem încadra betonul într-o clasă de rezistență. Este o certitudine faptul că este nevoie de un număr mult mai mare de încercări experimentale pentru a putea găsi o rețetă optimă care să satisfacă cerințele fizice (densitate redusă) și cerințele mecanice (rezistențe la compresiune mai mari).

Din perspectiva noastră, rezistențele mici se datorează raportului prea mare A/C. În timpul turnării, materialele erau segregate fiind necesară cantitatea suplimentară de apă pentru asigurarea lucrabilității.

3.1 Direcții viitoare de cercetare

Ne dorim să continuăm cercetările pe această temă, într-un interval mai lung de timp, pentru a putea colecta mai multe date relevante. Obiectivul principal este de a reduce cantitatea de apă și de a avea o clasă de consistență optimă.

BIBLIOGRAFIE

1. Colin R. Gagg, Cement and concrete as an engineering material: *An historic appraisal and case study analysis*
2. https://www.acdb.ro/cum-raportam-o-exploatare-ilegala-de-nisip-si-pietris.html
3. Rajeev R., Shannon K., Mohammad S., Jie Li, Guomin Z., Chun Qing Li, *Transforming spent coffee grounds into a valuable resource for the enhancement of concrete strength*
4. *host:www.capitalcomunicate.ro, host:www.zf.ro*
5. A. Gh. Netea, D. L. Manea, E. Jumate, F. Babota, L. M. Pleșa, R. A. Iernuțan, *Materiale de construcții. Chimie, UTPRESS, Cluj-Napoca, 2019*
6. NE 012/1-2022, din 11.01.2023

CERCETĂRI ASUPRA UTILIZĂRII MICELIULUI ȘI RUMEGUȘULUI ÎN FABRICAREA CĂRĂMIZILOR BIODEGRADABILE

Autori

Melicuț-Ștefan OSMAN[1], Ionel STOICA[2]

[1]Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, stefanosman92@gmail.com

[2]Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, stoicaioneloana@gmail.com

Îndrumător

Conf.dr.ing Claudiu ACIU[1]

[1]Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Claudiu.Aciu@campus.utcluj.ro

Abstract *Materialele de construcții și materialele din plastic generează o mare parte din deșeurile anuale, având un impact negativ semnificativ asupra mediului. Aceste deșeuri sunt dificil de descompus, iar aditivii chimici din compoziția lor sunt adesea toxici pentru flora și fauna locală. Scopul acestui articol este de a studia sustenabilitatea și rezistența mecanică a materialelor pe bază de miceliu, oferind exemple și propuneri pentru utilizarea acestora. Prin înlocuirea materialelor non-biodegradabile cu miceliu compostabil, se urmărește reducerea deșeurilor și protejarea mediului înconjurător.*

Cuvinte cheie: miceliu, cărămizi, deșeuri, biodegradabile

1. Introducere

Abundența proiectelor de construcții duce la creșterea cantității de deșeuri care poluează planeta. Deși există eforturi de reciclare a deșeurilor produse de industria construcțiilor, acestea sunt adesea prea variate și prea voluminoase pentru a fi reciclate eficient. Prin urmare, este necesară găsirea unei alternative care să nu contribuie la actualul ciclu de producție și eliminare a deșeurilor. În acest context, materialele biodegradabile pe bază de miceliu, rețeaua de rădăcini a fungilor, reprezintă o soluție promițătoare. [1]

Miceliul este definit ca a fi “un sistem de filamente subțiri care alcătuiește aparatul vegetativ a majorității ciupercilor”, o rețea complexă care, în natură, contribuie la consolidarea solului și la descompunerea substanțelor nocive pentru mediu. Miceliul produce o rețea de hife(fig. 1.1), filamente care, în mare parte, sunt alcătuite dintr-un polimer numit chitină, un material rezistent la sarcini mecanice și igniție care stă la baza exoscheletului insectelor. Scopul materialelor pe bază de miceliu este de a folosii chitina regăsită in rețeaua de hife în

combinație cu un substrat adecvat pentru a crea un material ușor cu rezistențe mecanice excepționale.



Figura 1.1 Pleurotus ostreatus [2]

Substratul reprezintă mediul în care miceliul crește și se hrănește, bazându-se pe polimeri biologici, cum ar fi lignina din lemn. O varietate de substraturi pot fi utilizate în materialele pe bază de miceliu, inclusiv pleavă, paie, coji de semințe și rumeguș. În acest studiu, s-a folosit rumeguș de brad, deoarece oferă o bază rezistentă pentru structura materialului.

Recent, miceliul a fost utilizat cu succes pentru a înlocui numeroase materiale plastice, cum ar fi poliesterul și pielea sintetică. De asemenea, miceliul este folosit pentru a înlocui materialele din lemn care conțin formaldehidă, o substanță clasificată ca cancerigenă. De exemplu, companii precum IKEA și Dell au început să folosească materiale pe bază de miceliu pentru ambalarea produselor, aceste materiale fiind rezistente la apă și compostabile în 30 de zile după contactul cu solul (fig. 1.2).

În lumea modei, companii precum MycoWorks au prezentat la New York Fashion Week o colecție de haine din piele de miceliu (fig. 1.3), care a fost menționată și în revista Vogue. În domeniul construcțiilor, miceliul a început să fie considerat o alternativă sustenabilă la materialele clasice precum betonul. În 2014, Ecovative Design a folosit cărămizi din miceliu (fig. 1.4) pentru a construi un „turn compostabil” expus la Muzeul de Artă Modernă din New York. De

asemenea, compania americană Ecovative Design produce mobilier pe bază de miceliu și rumeguș (fig. 1.5) . [3]



Figura 1.2 Ambalaj biodegradabil din miceliu [4]



Figura 1.3 Geanta din piele pe baza de miceliu [5]



Figura 1.4 Turnul Hy-Fi (Miceliu-cărămidă) din New York [6]



Figura 1.5 Mobilier din miceliu N. Poirecka [7]

Materialele pe bază de miceliu prezintă începutul unui viitor sustenabil și verde în domeniul construcțiilor. Pe lângă cele menționate mai sus capacitățile miceliului de a crește în diferite forme mai poate fii folosită și pentru a crea panouri acustice, decorațiuni de interior, statui și alte piese de artă urbană și poate fi folosit în combinație cu un substrat de cătină pentru termoizolație.

Multe studii au fost realizate în diverse țări (Statele Unite ale Americii, Franța, Germania, Olanda, Filipine etc.) pentru a analiza rezistențele mecanice, procesele de creștere ale miceliului și proprietățile diferitelor tipuri de substrat și specii de miceliu, având ca scop perfecționarea și înțelegerea mijloacelor de producție ale materialelor pe bază de miceliu. Domeniul este în continuă expansiune, deoarece mici schimbări în specia de miceliu, substratul utilizat, condițiile de incubare sau durata perioadei de incubare pot duce la obținerea unor produse complet diferite.

Până în prezent, au fost descoperite amestecuri ideale pentru termoizolație, care sunt dificil de incendiat, extrem de ușoare și elastice sau de trei ori mai

rezistente decât betonul în testele de compresiune. Materialele pe bază de miceliu pot avea rezistențe mecanice cuprinse între 5.1 și 9.6 Mpa. [8]

Un alt aspect studiat este fezabilitatea pe termen lung a materialelor din miceliu. Având în vedere că aceste materiale sunt complet biodegradabile, se pune întrebarea dacă își mențin proprietățile fizice odată cu îmbătrânirea inevitabilă. În prezent, răspunsul este inconclusiv, dar unele studii sugerează că materialele pe bază de miceliu își păstrează calitatea pentru o perioadă de până la 20 de ani.

În ciuda acestei limitări, materialele din miceliu pot fi utilizate pentru aplicații temporare sau pentru finisaje, domenii în care materialele plastice sunt frecvent folosite și generează multe deșeuri. În acest fel, odată ce produsele și-au îndeplinit scopul, ele pot fi compostate cu ușurință. [1]

2. Materiale și Metode de Lucru

Materiale folosite:

- Miceliu pleurootus ostreaus
- Rumeguș de brad
- Apă distilată

Echipamente de laborator:

- 2 forme de lemn cu fund de sticlă
- 1 formă de câte 3 mostre de oțel
- Mănuși de cauciuc
- Folie de plastic
- Cilindru gradat

Pentru acest experiment miceliul ales a fost pleurotus ostreaus, cunoscut si sub numele de burete de fag. Acest miceliu a fost ales din cauza eficienței sale în sintetizarea polimerilor biologici din lemn, lignină, și pentru rețeaua puternică de hife pe care o creează, având în vedere clasificarea sa ca o ciupercă superioară. Substratul de rumeguș de brad a fost folosit pentru abundența sa în lignină si masa redusă a materialului. [1]

Primele două mostre au fost făcute în forme de lemn (fig. 2.1), în aceste forme au fost introduse un amestec de miceliu și substrat de rumeguș in proporție volumetrică de 1 la 3 miceliu/rumeguș. După ce amestecul de miceliu și rumeguș a fost făcut s-a adăugat apă distilată pană când amestecul își păstrează forma când este presat ușor cu mâinile (fig. 2.2). Odată ce apa distilată este adăugată, formele sunt acoperite cu folie de plastic pentru a facilita extragerea mostrei după ce miceliul crește. Amestecul este turnat în forme și acoperit cu folie de plastic. Formele sunt apoi plasate într-un loc întunecat, la temperatura camerei, pentru a permite miceliului să crească în substrat.



Figura 2.1 Placa pe baza de miceliu



Figura 2.2 Amestec de miceliu și rumeguș

Următoarele trei mostre au fost create la laboratorul de materiale de construcții al Facultății de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca. Pentru aceste mostre a fost folosită o tipar de oțel care permite crearea a trei mostre simultan (fig. 2.3). De data aceasta a fost folosită o măsură volumetrică de 1 la 5, 100ml/500ml miceliu/rumeguș. Procedura a fost similară cu cea folosită pentru mostrele anterioare. Apa distilată a fost adăugată până când amestecul și-a menținut forma la o ușoară compresiune. Amestecul a fost apoi adăugat în formă în două straturi, iar după fiecare strat, acesta a fost compactat pentru a asigura o densitate crescută a mostrelor. Odată ce forma cu amestec a fost pregătită, aceasta

a fost lăsată la temperatura camerei și acoperită pentru a preveni expunerea miceliului la lumină.



Figura 2.3 Prisme realizate din miceliu

După ce mostrele au fost create a urmat perioada de creștere a miceliului, dezvoltarea acestuia a fost înregistrată pe parcursul experimentului.

Odată ce miceliul a crescut suficient, mostrele sunt uscate într-o etuvă. Acest pas are ca scop oprirea creșterii miceliului, distrugerea bacteriilor și eliminarea umidității din mostre.

3. Rezultate și Interpretare

3.1. Dezvoltarea Miceliului

Masa inițială a mostrelor:

- Mostra 1 – 231,5g
- Mostra 2 – 228,3g
- Mostra 3 – 70g
- Mostra 4 – 87,9g
- Mostra 5 – 77g

Miceliul a fost lăsat să crească timp de 35 de zile in cazul mostrelor aflate în formele de lemn și timp de 27 in cazul mostrelor din tiparele metalice.

Dintre cele 5 mostre realizate, mostra cu numărul 1 prezintă dezvoltarea cea mai bună a miceliului, aceasta își menține bine forma si nu pierde material sau se sfărâmă atunci când este ridicată.

Mostrele 3, 4 și 5 care au fost crescute în forma de metal prezintă cea mai slabă dezvoltare a miceliului, sunt fragile se sfărâmițează si au fost greu de extras din formă deoarece au stat în contact direct cu pereții de oțel ai formei care s-au oxidat din cauza umezelii mostrelor.

Odată ce mostrele au fost extrase din formele lor acestea au fost puse la uscat la o temperatură de 105°C pentru o perioadă totală de 24 ore.

3.2. Uscarea Mostrelor

Mostrele au fost uscate de două ori la o temperatură de 105 grade Celsius. Uscarea mostrelor are rolul de a opri creșterea miceliului și de a reduce umiditatea mostrei.

Primele două mostre au fost cântărite după două ore petrecute în cuptor, acestea s-au întărit semnificativ și după cântărire am înregistrat următoarele valori:

- Mostra 1 – 143,9g
- Mostra 2 – 145,4g

Mostrele făcute în forma de metal au fost mult prea fragile pentru a fi cântărite după două ore în cuptor.

Masa finală a mostrelor a fost înregistrată la finalul procesului de uscare, care în total a durat 24 de ore, valorile finale sunt:

- Mostra 1 – 107g
- Mostra 2 – 110,9g
- Mostra 3 – 33,2g
- Mostra 4 – 37,3g
- Mostra 5 – 28,3g

Mostrele si-ai pierdut aproximativ 50% din masa inițială și au devenit mult mai rigide însă și-au păstrat elasticitatea oferită de rețeaua de hife.

3.3. Determinări

După procesul de uscare primele două mostre s-au dovedit a fi prea subțiri și prea ușoare pentru a putea determina rezistențele mecanice cu acuratețe. Rezultatele testelor neputând fii înregistrate de către aparate.

3.4. Interpretarea Datelor

Mostrele create au fost prea ușoare pentru a fi testate, datorită dimensiunilor mostrelor si substratului folosit.

Pentru viitoare experimente se recomandă: folosirea unui substrat mai fin precum rumegușul, standardizarea mediului de creștere a miceliului, folosirea altor specii de miceliu, inocularea miceliului în substratul dorit înainte de crearea mostrelor, compactarea amestecului cu greutăți, folosirea unor forme de dimensiuni mai mari, utilizarea unui amestec de talaj și rumeguș pentru substrat și folosirea unei concentrații mai mari de miceliu în amestec.[8]

4. Concluzii

În acest studiu, am încercat să creăm un material pe bază de miceliu folosind talajul de brad ca substrat. Cu toate acestea, mostrele s-au dovedit a fi prea moi pentru a putea fi testate.

Miceliul s-a dovedit a fi un material fiabil pentru crearea materialelor de construcții, în special a izolației termice. Capacitatea miceliului de a crește în orice formă și greutatea redusă a materialelor îl fac ideal pentru decorațiuni atât de interior, cât și de exterior.

BIBLIOGRAFIE

1. Sydor M., Cofta G., Doczekalska B., Bonenberg A., Fungi in Mycelium-Based Composites: Usage and Recommendations, Poznan University of Life Sciences, Polonia, 2022.

2. Tobi Kellner (2012). Oyster mushroom (Pleurotus ostreatus) mycelium growing on coffee grounds in a petri dish. https://commons.m.wikimedia.org/wiki/File:Oyster_mushroom_(Pleurotus_ostreatus)_mycelium_on_coffee_grounds.JPG

3. Sydor M., Cofta G., Doczekalska B., Bonenberg A., Mycelium-Based Composites in Art, Arhitercture and Interior Design: A Review, Poznan University of Life Sciences, Polonia, 2021.

4. Dawn Hammon (2020). IKEA Commits to Biodegradable Mushroom Packaging. https://dornob.com/ikea-commits-to-biodegradable-mushroom-packaging/

5. Coppi Barbieri (2021). Hermès launches a mushroom-based leather bag. Sustainable Fashion https://luxiders.com/hermes-mushroom-bag/

6. Yadav, M.; Agarwal, M. Biobased building materials for sustainable future: An overview. Mater. Today Proc. 2021, 43, 2895–2902.

7. Natalia Poirecka (2019). MYKOsella – growing the mushroom chair. https://issuu.com/nataliapiorecka/docs/dissertation_project_ba_architectur

8. Onpeng J., Incoing E., Sendo V., Soliman C., Siggaoat A. Using Waste in Producing Bio-Composite Mycelium Bricks, Department of Civil Engineering, De La Salle University Manila, 2020.

9. Tayana Ghosh, Developing a Composite Mycelium-Glass Brick Unit, University of Oklahoma, 2018.

REUTILIZAREA DEȘEURILOR DIN INDUSTRIA METALURGICĂ ÎN REALIZAREA BETOANELOR

Autori
Timea-Lavinia PETER[1], Minola-Ioana POP[2]
[1]*Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică Cluj-Napoca, timealavinia10@gamil.com*
[2]*Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică Cluj-Napoca, minolapop27@gmail.com*

Îndrumător
Sef Lucrări Dr. Ing. Luminița Monica PLEȘA
Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică Cluj-Napoca, luminita.molnar@ccm.utcluj.ro

REZUMAT:

Dintre numeroasele probleme cu care se confruntă planeta, deșeurile reprezintă una dintre cele mai mari amenințări ale mediului înconjurător și constituie o principală sursă de poluare cu un impact major asupra ecosistemului. Din categoriile de deșeuri care se disting la nivel european lucrarea de față aduce în discuție generarea și moduri de reutilizare a deșeurilor provenite din industria metalurgică. Volumul de deșeuri produs de sectorul metalurgic rămâne la un nivel destul de îngrijorător, având capacitatea de a influența negativ mediul dacă nu sunt gestionate corespunzător. Obiectivul lucrării îl reprezintă reutilizarea resturilor de oțel provenite din debitarea țevilor, în domeniul construcțiilor, ca înlocuitor de agregat în diferite procente în compoziția betonului și impactul acestor deșeuri asupra caracteristicilor fizico-mecanice ale betonului, atât în stare proaspătă cât și în stare întărită.

Cuvinte cheie: beton, deșeu, resturi de oțel, agregat.

1.Introducere

Domeniul construcțiilor reprezintă o amenințare pentru mediu, atât prin materialele utilizate, cât și prin deșeurile rezultate din utilizarea acestor materiale. Dintre aceste materiale putem considera betonul ca fiind cel mai poluant, având o amprentă de carbon ridicată, astfel că producția acestuia este responsabilă pentru 8% din emisiile globale de CO_2

De-a lungul timpului au existat mai multe tentative de a modifica compoziția betoanelor cu scopul de a reduce emisiile de CO_2 rezultând un beton mai prietenos cu mediul. Principiile acestui beton sunt fie de a conserva resursele naturale sau de a găsi alternative ecologice, fie de a valorifica deșeurile provenite din diverse domenii.

Lucrarea de față propune o îmbinare a acestor principii, înlocuind agregatele naturale cu deșeuri provenite din industria metalurgică. Un agregat foarte des utlizat este nisipul,care reprezintă o resursa naturală epuizabilă. Dat fiind faptul că nisipul are cea mai mare pondere în compoziția betoanelor, iar domeniul construcțiilor este într-o continuă dezvoltare, exploatarea nisipului ar trebui minimalizată, găsind alternative de înlocuire a acestuia. Pilitura de metal, respectiv oțel este înlocuitorul de parte fină a agregatului ales de noi. Aceasta este un deșeu, care păstrat necorespunzător poate deveni un hazard natural, propagându-se în natură. Reciclarea acestui deșeu este o problema reală, fiind o preocupare la nivel mondial. Procedeul de reclare nu este unul simplu, aceasta pilitură conținând impurități, cum ar fi praf sau zgură, impurități care nu reprezintă o problemă în compoziția betonului. De aceea, în loc să reciclam deșeul, pierzand bani și energie, o varianta mai sustenabilă ar putea fi reintroducerea acestuia pe piață, dându-i o nouă viață.

2. Materiale și metode

În cadrul programului experimenal am conceput 3 rețete de beton, una fiind standard cu scopul de a compara caracteristicile fizico-mecanice ale betonului standard atât în stare proaspătă, cât și în stare întărită cu cele ale betonului experimental.

2.1 Materiale

Ciment-cimentul utilizat este CEM II/A-LL 42,5R; cimentul are un rol foarte important in compoziția betonului, anume leagă agregatele și oferă rezistență; înainte de a fi utilizat s-a determinat starea acestuia de conservare, cernând-ul printr-o sita de 0,5; acesta nu a prezentat nicio cantitate de ciment alterat;

Agregate- agregatul folosit este nisip de râu, cu granulozitatea de 0-8mm; înainte de a fi utilizat, acesta a fost spălat, iar determinările necesare au fost efectuate, dintre care numim determinarea conținutului de părți străine, cât si determinarea părților levigabile;

Apa- apa utlizata este apa curată, potabilă, din rețea;

Deșeuri metalice- deșeurile provin din industria metalurgică, mai exact de la o fabrică de țevi; acestea rezulta în urma procedeului mecanic de așchiere; pentru a putea fi utlizat ca și agregat, materialul reciclat a fost cernut, utilizand doar sorturile cospunzatoare aplicației practice;

2.2 Rețeta de beton utilizată

Programul experimental propune conceperea unui beton de clasa 16/20. În realizarea rețetei am urmat toți pașii necesari conform normelor in vigoare. Prima rețetă de beton este standard, iar pentru celelalte doua am utilizat aceeași rețetă însă am înlocuit partea fină a agregatului (0-1)mm în proporție de 25%, respectiv 40%. Datorită acestei substituții parțiale, în cele două rețete experimentale a fost necesară mărirea cantității de apă, datorită deșeului. Acesta a avut nevoie de o cantitate mai mare de apă pentru a se hidrata, în comparație cu nisipul, datorită fineții de măcinare.

Tabelul 1. Compoziția rețetei de beton

	Cantitate pentru 1 m^3	**Rețeta standard 11 L**	***Rețeta 25% deșeu pentru 0,011 m^3**	***Rețetă 40% deșeu pentru 0,011 m^3**
Ciment CEM II 42,5	288 Kg	3,168 Kg		
Apă	187 L	2,057 L	2,5 L	2,6 L
Agregat	2116 Kg	23,25 Kg	21,43 Kg	20,34 Kg
Deșeu	-	-	1,81 Kg	2,91 Kg

* am înlocuit 25% respectiv 40% din partea fină de agregat cu resturile de oțel.

Tabelul 2. Distribuția dozajelor de agregat/ deșeuri pe sorturi

Dimensiunea granulelor	Rețeta standard [Kg]	Rețetă 25% deșeu [Kg]		Rețetă 40% deșeu [Kg]	
Sorturi	Agregat	Agregat	Deșeu	Agregat	Deșeu
0-0,25mm	1,86	1,4	0,46	1,12	0,74
0,25-0,5mm	2,79	2,09	0,69	1,68	1,11
0,5-1mm	2,67	2,01	0,66	1,61	1,06
1-2mm	3,37	3,37	-	3,37	-
2-4mm	5	5	-	5	-
4-8mm	7,56	7,56	-	7,56	-



Fig. 1. Sortarea deseurile metalice cu ajutorul sistemului de sitare în fucție de dimensiunile particulelor de deșeu

Pentru fiecare dintre cele 3 retete am stabilit cantitatea de 0,011 m^3 $(11\ litri)$ pentru a fi îndeajuns pentru cele doua epruvete, cub si prismă, cât și pentru testările necesare pe betonul proaspat.

2.3 Metode utilizate

Aceste încercări asupra betonului au fost realizare in cadrul laboratorului Facultății de Construcții din Cluj Napoca. Caracteristicile fizico-mecanice au fost testate atât pe betonul proaspăt, cât si întărit. După prepararea si testarea acestuia în stare proaspătă, acesta a fost turnat în epruvete cub cu latura de 15cm si prismă cu dimensiunile 10x10x55cm. Au fost păstrate într-o încăpere având temperatura de 20-24 grade Celsius, iar umiditatea de 65-70%, iar dupa 28 de zile s-au efectuat testarile pe betonul întărit.

Determinările s-au realizat respectând toate normele în vigoare [1].

Determinarea caracteristicilor betoanelor studiate în stare proaspătă

- Densitate aparentă

Densitatea este masa unității de volum, concret, ea măsoară masa dintr-un volum. Aceasta se stabilește cu relația:

$$\rho_a = \frac{m_{2-m_1}}{V} \quad (1)$$

Unde m_2 reprezintă masa vasului cu beton

m_1 reprezintă masa vasului gol

V reprezintă volumul vasului

- Lucrabilitate prin metoda tasării



Fig. 2. Metoda tasării experimental

Aceasta metoda presupune umplerea unui vas de forma tronconică care nu prezintă fund. Înălțimea acestui vas este de 30cm($h_{initial}$). Betonul se toarnă în respectivul vas în 3 reprize, de ficare dată acesta se compactează prin străpungerea cu o vergea metalică, de 10 ori. Se lasă în reapus între 2 si 5 minute, apoi se îndepărtează vasul și se măsoară înălțimea betonului(h_{final}).

Pentru a afla tasării se aplică relația:

$$t = h_{initial} - h_{final} \quad (2)$$

- Lucrabilitate prin metoda răspândirii



Fig, 3 Metoda răspândiri experimental

Metoda răspândirii consta în umplerea unui vas tronconic fără fund, cu înălțimea de 20 cm așezat pe o placă vibranta manuală. Se îndepărtează vasul, iar apoi se lasă să cadă placa mobila, ridicata pana la inaltimea opritorului, de 10 ori. În urma efectuării acestei metode, betonul se va raspandii intr-o forma circulară, pe care se vor măsură două diametre perpendiculare$(d1, d2)$

Apoi se aplică relația:

$$d = \frac{d1+d2}{2} \quad (3)$$

Determinarea caracteristicilor betoanelor studiate în stare întărită

- Densitatea aparentă

Densitatea aparentă a betonului in stare intarita se determina in felul urmator: se determină masa epruvetei prin cântărire cu balanța, apoi se calculează volumul acesteia. Apoi densitatea se exprima prin raportul dintre masa si volum.

- Rezistența la întindere din încovoiere

Epruveta sub forma de prisma a fost asezata pe doua reazeme, iar o forta F a fost aplicata asupra acesteia la mijlocul distantei dintre cele doua reazeme.

Se aplică relația:

$$R_{ti} = \frac{3}{2} \cdot \frac{F \cdot l}{a^3} \quad (4)$$



Fig. 4. Testarea prismelor de beton cu ajutorul presei hidraulice

Unde: F-forța de rupere

l-distanța dintre reazeme

a-latura secțiunii solicitate

- Rezistenta la compresiune

Presupune testarea unei epruvete in forma de cub cu latura de 15cm la presa hidraulica. Aceasta se calculeaza cu relatia:

$$R_C = \frac{Fmax}{A} \quad (5)$$

Unde : Fmax- forța de rupere

A-aria secțiunii



Fig. 5. Testarea cuburilor de beton cu ajutorul presei hidrauloce

3. Rezultate

În tabelul de mai jos sunt prezentate rezultatele obținute pe betoanele studiate atât în stare proaspătă cât și in stare întărită. Testare betoanelor în stare întărită s-a realizat la 28 de zile.

Tabelul 3. Valorile medii ale rezultatelor obținute

Rețetă	În stare proaspătă			În stare întărită		
	Densitate aparentă	Tasare	Răspândire	Densitate aparentă	Rezistența la compresiune	Rezistența la întindere prin încovoiere
	[Kg/m^3]	Cm	Cm	[Kg/m3]	N/mm2	daN/cm^2
Standard	2385	9 cm	42,15 cm	2280	27,03	6,44
R1 25%	2420	0,5 cm	41,5 cm	2340	20,64	3,92
R2 40%	2515	2,7 cm	30 cm	2360	21,77	5,04

In urma determinarilor in stare proaspătă se observa o crestere a densității cu 1,47% in cazul rețetei R1 in care am inlocuit 25% din partea fina de agregat cu deșeu, iar in cazul rețetei in care am inlocuit in procent de 40% cresterea densității este de 5,45%. Din metoda trasării rezultă clasa de consistență a betonului standard S2, iar a celor două rețete experimentale S1. Clasa de consistență data de metoda răspândirii a rețetei standard este F3, a rețetei R1 este F2, iar a rețetei R3 este F1. Din clasele de rezistență reiese utilitatea betonului, rețeta standard putând fi utilizata la fundații din beton armat, stâlpi, grinzi, pereti structurali, iar rețetele experimentale in fundații din beton simplu sau slab armat si elemente masive.

In cazul determinarilor in stare întărită se distinge o crestere a densității cu 2,63% in cazul rețetei R1, iar în cazul rețetei R2 creșterea este de 3,5%. Rezistență la compresiune a rețetei R1 este cu 26% mai scăzută față de rețeta standard, iar in cazul rețetei R2 este mai scăzută cu 20%.

Rezistența la întindere din încovoiere a rețetei R1 este cu 38% mai mica decât cea a rețetei standard, iar a retetei R2 cu 20% mai mică.

În urma rezulatelor obținute la densitate aparentă rezultă betoane care au valori cuprinse între 2200-2500 Kg/m3 , facând parte din categoria betoanelor grele.

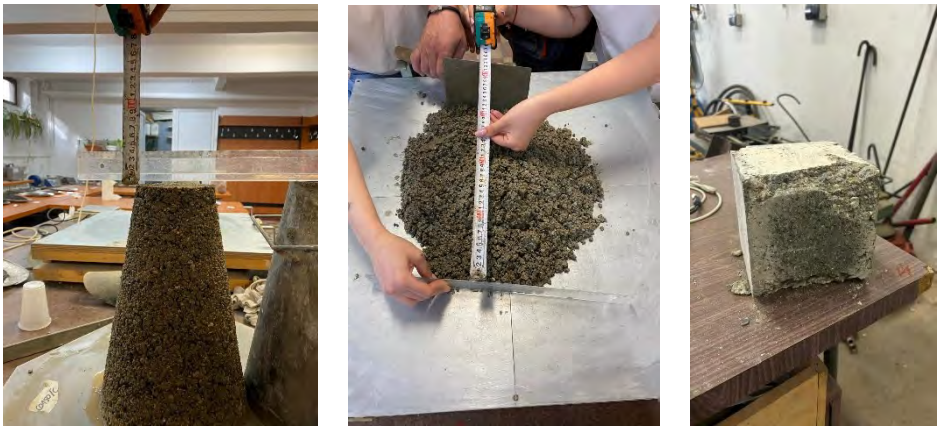


Fig. 6 Rezultatele încercărilor experimentale

4.Concluzii

Având în vedere problema actuală a gestionării deșeurilor, lucrarea de față încearcă să găsească o modalitate/ soluție de reutilizare a deșeurilor metalice provenite din industrie, deșeuri care la momentul actual sunt o reală problemă, poluând mediul înconjurător.

Lucrarea analizează comparativ trei tipuri de betoane, plecând de la o rețetă de beton de clasă C20/25, fără deșeuri, la alte două tipuri de betoane în care agregatele au fost înlocuite cu 25% și respectiv 40% deșeuri metalice, rezultând betoane de clasă C16/20.

Astfel că betonul în care s-a utilizat 40% agregate are o rezistentă la compresiune de 21,77 N/mm^2, valoarea rezistenței fiind mai mare decât în cazul în care au fost înlocuite 25 % din agregate cu deșeuri de oțel.

În urma rezulatelor obținute se poate observa faptul că din punct de vedere al caracteristicilor mecanice aceste deșeuri duc la rezistențe mai scăzute, însă nu împiedică folosirea acestor rețete pentru betoane mai puțin solicitate.

Lucrarea de față va continua prin studierea mai aprofundată și din punct de vedere al caracteristicilor microscopice și al durabilității în studiile viitoare.

BIBLIOGRAFIE

1. Valean M., Daniela L. M. , Claudiu A., Florin P., Luminita M. P., Elena J., Gabriel F., *Performance Assessments of Plastering Mortars with Partial Replacement of Aggregates with Glass*, Buildings 2024, 14(2), 507; https://doi.org/10.3390/buildings14020507
2. Joenel G., Mary A. A., *Sustainable Concrete: Enhanced Concrete Strength with Metal Dusts*, DLSU RESEARCH CONGRES 2020 – Building resilient, innovative and sustainable societies, https://www.dlsu.edu.ph/wp-content/uploads/pdf/conferences/research-congress-proceedings/2020/SEE-02.pdf

3. Zamora-Castro, S.A.; Salgado-Estrada, R.; Sandoval-Herazo, L.C.; Melendez-Armenta, R.A.; Manzano-Huerta, E.; Yelmi-Carrillo, E.; Herrera-May, A.L. Sustainable Development of Concrete through Aggregates and Innovative Materials: A Review. Appl. Sci. 2021, 11, 629. https://doi.org/10.3390/app11020629
4. Sengul, O. Mechanical behavior of concretes containing waste steel fibers recovered from scrap tires. Constr. Build. Mater. 2016, 122, 649–658.
5. Manea, D.L.; Netea, A.N.; Aciu, C. *Determination of mortars characteristics. In Construction Materials and Applied Chemistry*, 3rd ed.; U.T. Press: Cluj-Napoca, Romania, 2010; pp. 151–163.

INFLUENȚA RIGIDITĂȚII CONEXIUNII STÂLP-STÂLP ASUPRA DEPLASĂRII RELATIVE DE NIVEL ÎN CAZUL UNEI STRUCTURI SUPRAETAJATE

Autor
Eduard PÎNZARU
Facultatea de Construcții Universitatea Tehnică Cluj-Napoca pinzaru04@gmail.com

Îndrumători:
S.L. Dr. Ing. Marius BURU [1], Asist. Dr. ing. Florin BLAGA [2]
[1]Facultatea de Constructii Universitatea Tehnică Cluj-Napoca marius.buru@mecon.utcluj.ro
[2]Facultatea de Constructii Universitatea Tehnică Cluj-Napoca florin.blaga@mecon.utcluj.ro

REZUMAT: *În prezenta lucrare se propune o variantă de supraetajare a unei clădiri existente, având structura în cadre de beton armat. În vederea realizării calculului structural pentru determinarea eforturilor și deplasărilor, se determină în prealabil printr-o analiză neliniară în programul Abaqus curba moment încovoietor-rotire, aferentă îmbinării stâlpilor noi propuși cu structura existentă.*
Analiza în element finit evidențiază faptul că îmbinarea menționată are caracter semi-rigid, iar considerarea acesteia ca articulație, respectiv încastrare poate conduce la supra- respectiv sub-dimensionarea structurii etajului nou propus.

Cuvinte-Cheie: Analiză MEF, supraetajare, ancore chimice, analiză neliniară

1. Introducere

Având în vedere tendința ascendentă a numărului de locuitori din zonele urbane, această creștere având mai mare impact asupra orașelor universitare, este necesară extinderea suprafețelor utile din orașe. În fiecare an orașele cu centre universitare puternic dezvoltate, primesc mii de studenți din alte orașe, pentru a-și continua studiile superioare. În orașele universitare, precum Brașov, unde spațiul este limitat și există constrângeri teritoriale, extinderea pe verticală a construcțiilor poate fi o soluție eficientă pentru a satisface nevoile de dezvoltare. Prin construirea clădirilor cu mai multe etaje și exploatarea înălțimii, se poate maximiza utilizarea terenului disponibil fără a extinde periferiile în mod excesiv. Acest lucru ar putea contribui la conservarea mediului înconjurător și la menținerea caracterului distinctiv al orașului, în timp ce se asigură spațiul necesar pentru creșterea infrastructurii universitare.

Lucrarea de față reprezintă un exemplu de calcul pentru rezolvarea acestei cerințe prin supraetajarea unei clădiri, controlând deplasarea relativă de nivel a etajului adăugat prin rigiditatea la încovoiere a îmbinării dintre structura existenta și stâlpii nou propuși.

2. Studiu de caz

Etapa I. Alegerea construcției

În marea majoritate a cazurilor, clădirile care au nevoie de lărgiri de suprafețe sunt locuințele, clădirilie de birouri, spitalele etc. În această lucrare s-a luat în considerare extinderi pe verticala a unei clădiri de birouri existente - figura 1, la care se propune realizarea unui nivel suplimentar peste etajul 3 - figura 2.

Sistemul structural al clădirii constă în cadre de beton armat bidirecționale. În prezenta lucrare s-a făcut un calcul plan asupra cadrului longitudinal propus (3 deschideri egale de 5m și 5 niveluri – P+4E).

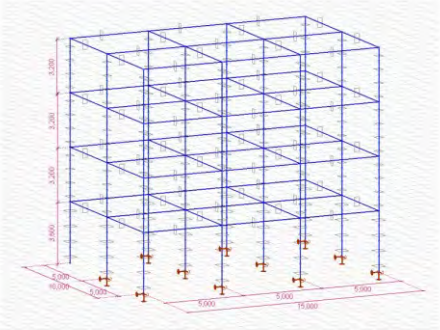


Figura 2. Clădire existentă

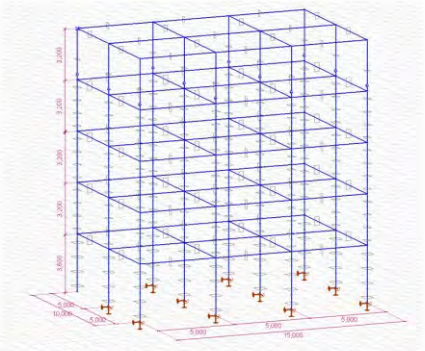


Figura 2. Clădire existentă + supraetajare

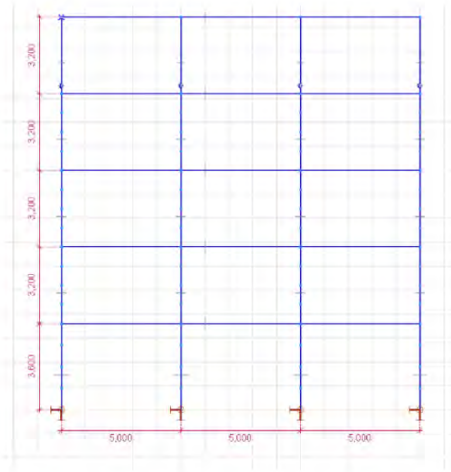


Figura 3. Cadru longitudinal supraetajat

- **Etapa II. Evaluarea încărcărilor**

1. *Încărcări permanente*

Greutatea proprie a structurii (1)

$$G = \sum_{k=1}^{n} V_n \times \rho \times g \quad (1)$$

Unde: G – greutatea proprie;
V_n – volumul elementului structural "n";
γ_c – greutatea volumică a betonului armat;
g – accelerația gravitațională;

Încărcarea din straturi de finisaj+planșee (2)

$$G_{finisaj} = L \times h \times \rho \times g \quad (2)$$

Unde: L=5m – lungimea unei travei pe direcția transversală;
h=0.07m – grosimea stratului de pardoseală;
ρ=2200kg/m3– densitatea betonului simplu;
g – accelerația gravitațională;

2. *Încărcări variabile*

Încărcări utile:

→ încărcarea utilă liniară pe grindă pentru planșee, datorate aglomerațiilor umane (3):

$$q_k^{gr} = q_k \times L \quad (3)$$

Unde: L=5m – lungimea unei travee pe direcția transversală;
q_k=2.5kN/m^2 – încărcarea pe suprafață, conform Eurocod 1, Tabel 6.2 [1];
q_k^{gr}=12.5kN/m – încărcarea liniară pe grindă;

→încărcarea utilă liniară din acțiunea zăpezii pe grindă (4):

$$s^{gr} = L \times s \quad (4)$$

Unde: s^{gr} =8kN/m – încărcarea liniară pe grindă;
s=1.6kN/m^2 – valoarea caracteristică a încărcării din zăpadă pe acoperiș (5):

$$s = \gamma_{Is} \times \mu_i \times C_e \times C_t \times s_k \quad (5)$$

γ_{Is}=1.00 – coeficientul de importanță-expunere pentru acțiunea zăpezii, conform CR 1-1-3/2012, Tabel 4.1 [2], pentru clasa de importanță expunere III;

μ_i=0.8 – coeficientul de formă, conform CR 1-1-3/2012, Tabel 5.1 [2];

C_e=1.00 – coeficientul de expunere al construcției în amplasament conform CR 1-1-3/2012, Tabel 4.2 [2];

s_k=2.00 – valoarea caracteristică a încărcării din zăpadă pe sol conform CR 1-1-3/2012, Figura 3.1 [2];

C_t=1.00 – valoarea coeficientului termic conform CR 1-1-3/2012 [2];

3. *Încărcarea din seism*

T_C=0.7s (2013) – perioada de control (colț) a spectrului de răspuns pentru componentele orizontale ale mișcării seismice conform Codul P100/2013, Figura 3.2 [3];

T_B=0.14s – perioada de control ale spectrului de răspuns pentru componentele orizontale ale mișcării seismice conform Codul P100/2013, Tabelul 3.1 [3];

T_D=3.00s – perioada de control ale spectrului de răspuns pentru componentele orizontale ale mișcării seismice conform Codul P100/2013, Tabelul 3.1 [3];

B_0=2,5 – limita maximă a spectrului de proiectare conform Codul P100/2013, Figura 3.3 [3];

a_g=0.2g=1.962m/s^2 – accelerația terenului pentru proiectare conform Codul P100/2013, Figura 3.1 [3];

c=1 – coefficient de amplificare al deplasărilor în domeniul inelastic conform Codul P100/2013, Anexa E [3],(6):

$$1 < c = 3 - 2.3 \times \frac{T_1}{T_C} < \frac{\sqrt{T_C \times q}}{1.7} \quad (6)$$

T_1=1.098s – perioada proprie de vibrație;

υ=0.5 – factor de reducere care ține seama de intervalul de recurență mai redus al acțiunii seismice asociat verificărilor pentru SLS conform Codul P100/2013, Anexa E;

$\gamma_{I,e}$=1 – factorul de importanță-expunere pentru acțiunea seismică conform Codul P100/2013, Tabelul 4.2 [3];

- **Etapa III. Calculul static al structurii**

Pentru stabilirea secțiunilor necesare a elementelor structurale pentru nivelul propus s-a folosit programul de calcul cu elemente finite AxisVM X7. Ca ipoteză de lucru, datorită elementelor structurale post-instalate, în nodul stâlp nou-stâlp existent s-a introdus o articulație semi-rigidă cu rigiditatea inițială . Au rezultat stâlpi cu dimensiunile 0.30×0.30m și grinzi cu dimensiunile 0.25×0.40m care verifică valorile admisibile ale deplasărilor relative de nivel (0.005×h, conform Codul P100/2013, Anexa E, Tabelul E.2) [3] – figura 4; figura 5.

Gruparea acțiunilor se face conform CR 0/2012 [4]

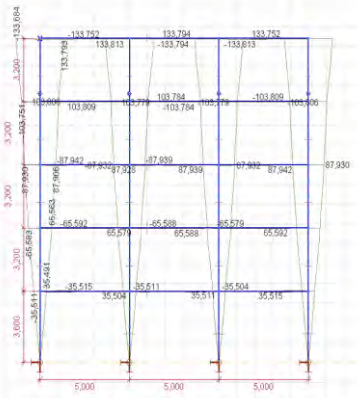


Figura 4. Diagrama deplasărilor

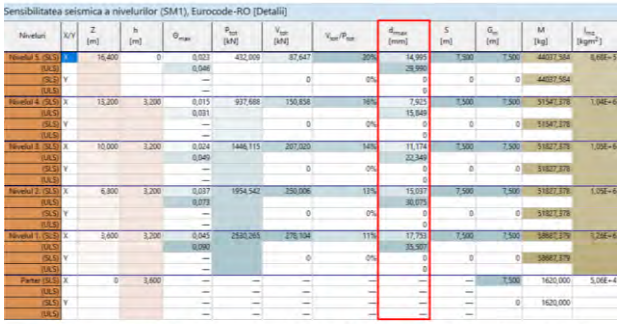


Figura 5. Valorile deplasărilor relative de nivel

- **Etapa IV. Modelarea nodului in Abaqus**

În vederea verificării valorii rigidității la rotire folosite in calculul static, s-a realizat un experiment numeric in programul Abaqus asupra unei îmbinării stâlpilor propuși cu structura existentă. Elementele structurale s-au armat conform detaliului de armare – figura 6.

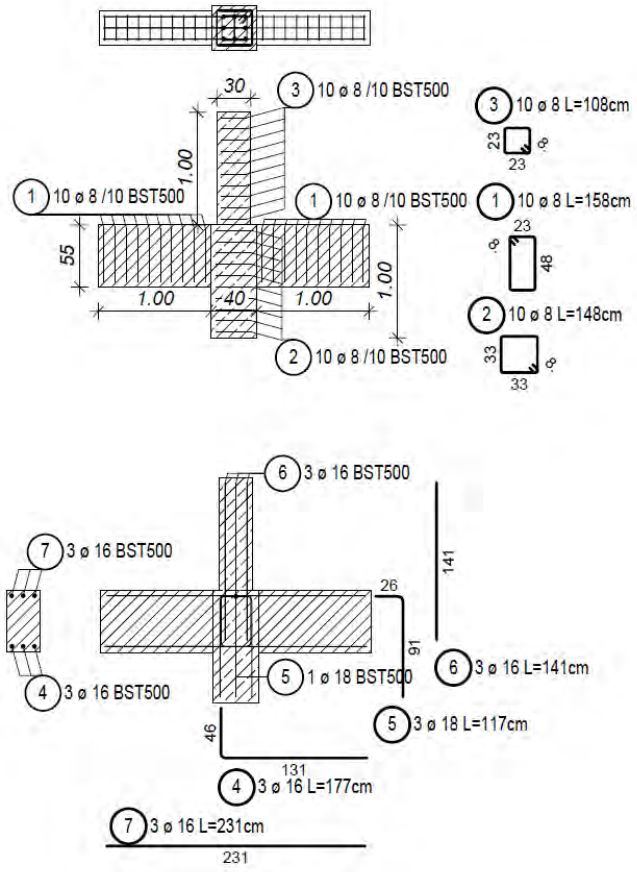


Figura 6. Detaliu de armare

Pentru definirea caracteristicilor oțelului, s-a folosit curba caracteristică σ-ε pentru oțel BST 500 S – figura 7, cu E și υ. Pentru domeniul elastic, comportarea oțelului este definită prin modulul de elasticitate longitudinal și coeficientul lui Poisson. Pentru comportarea inelastică a oțelului s-au introdus perechi de valori σ-ε inelastic.

Unde : $E=2.1*10^5 N/mm^2$ – modulul de elasticitate longitudinal a oțelului;
$\upsilon=0.30$ – coeficientul lui Poisson a oțelului;

	Yield Stress	Plastic Strain
1	500	0
2	509	0.001455
3	536	0.00732
4	542	0.01429
5	548	0.02226

Figura 7. Valori σ-ε inelastic.

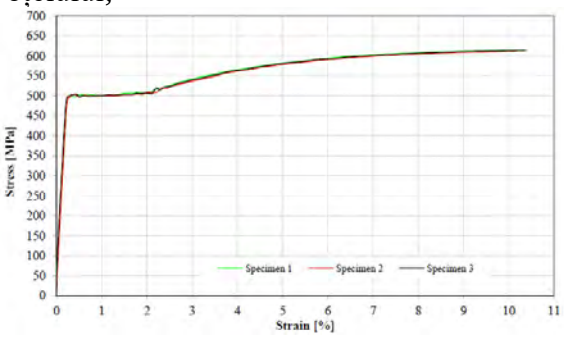


Figura 8. Curba de comportare a otelului

Pentru definirea caracteristicilor betonului, s-a folosit curba caracteristică a betonului de clasă C25/30, cu coeficienții de material aferenți. Datorită comportamentului diferit al betonului la compresiune și întindere, trebuie introduse perechi de valori sigma-epsilon inelastic pentru ambele solicitări – figura 9, figura 10 [4].

Unde $E=31476 N/mm^2$ – modulul de elasticitate longitudinal a betonului;
$\upsilon=0.20$ – coeficientul lui Poisson a betonului;

Domeniu post elastic

	Dilation Angle	Eccentricity	fb0/fc0	K	Viscosity Parameter
1	38	0.1	1.16	0.667	0.001

Comportament la compresiune

	Yield Stress	Inelastic Strain
1	10.35242066	0
2	10.72448251	5.40489512099653E-05
3	14.62919065	0.000128090624078302
4	17.75128866	0.000227377785167941
5	20.19969278	0.000348397007085873
6	22.0640047	0.000488257912980888
7	23.41861119	0.000644560929380504
8	24.32578209	0.000815297351846052
9	25	0.00119354838709677
10	24.84979572	0.00139839368638122
11	24.42022263	0.0016122508827578
12	23.73963702	0.00183420525756579
13	22.83268314	0.0020634618342492
14	21.72088143	0.00229932640557831
15	20.42310822	0.00254119005748182
16	18.95598974	0.00278851646008009
17	18.16358775	0.00291407781454357

Comportament la întindere

	Yield Stress	Cracking Strain
1	2.5	0
2	0.985807698	0.000848845

Figura 9. Comportarea în domeniul post-elastic al betonului

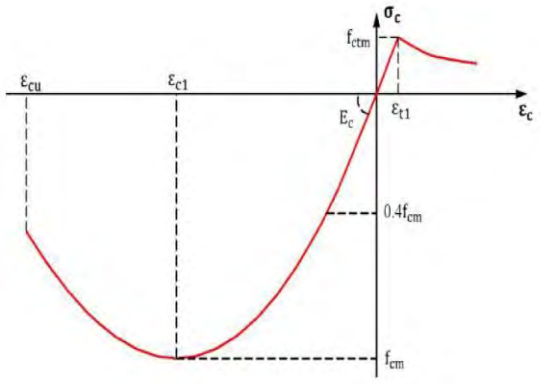


Figura 10. Curba caracteristică a betonului [4]

Detalii privind schema statică și parametrii analizei – figura 11

În calculul numeric, structura existentă s-a considerat fixă. Armătura din stâlpul nou s-a considerat a fi inglobată perfect (fara lunecari) în volumul de beton (prin folosirea constraint-ului de tip Embbeded region din Abaqus). Contactul dintre stâlpul nou si structura existentă are două componente: una tangențială considerată prin coeficientul de frecare de 0.8 [5], respectiv una normală de tip Hard-Contact (nu se permit penetrări între componentele în contact). Discretizarea s-a făcut în elemente finite de dimensiunea maxima 0.025m.

Încărcarea structurii s-a făcut cu control în lungimea de arc (Analiza de tip static Riks) pentru surpinderea cedării structurii.

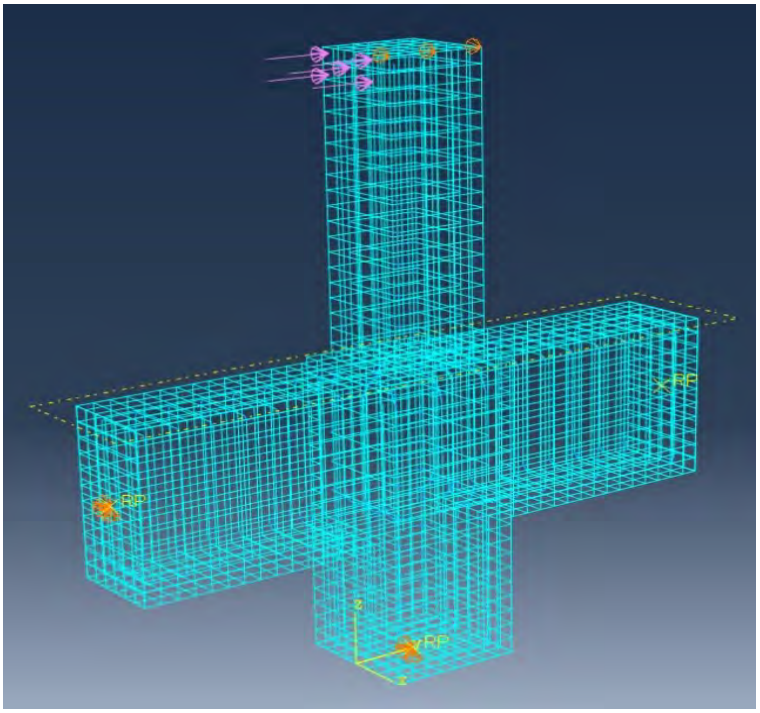


Figura 11. Ipotezele nodului în Abaqus

3. Interpretarea rezultatelor. Concluzii

După rularea modelului de calcul, s-au evidențiat 2 componente de cedare a nodului:

1. Cedarea la intrarea în domeniu elasto-plastic a curbei moment-rotire - figura 12;
2. Cedarea prin smulgerea armăturii din stâlpul existent – figura 13, figura 14;

Din graficul moment-rotire – figura 12, rezultă valoarea rigidității articulației semi-rigide până la momentul când ecuația curbei devine o parabolă. Factorul scalar de reprezentare a deformatei este 25.

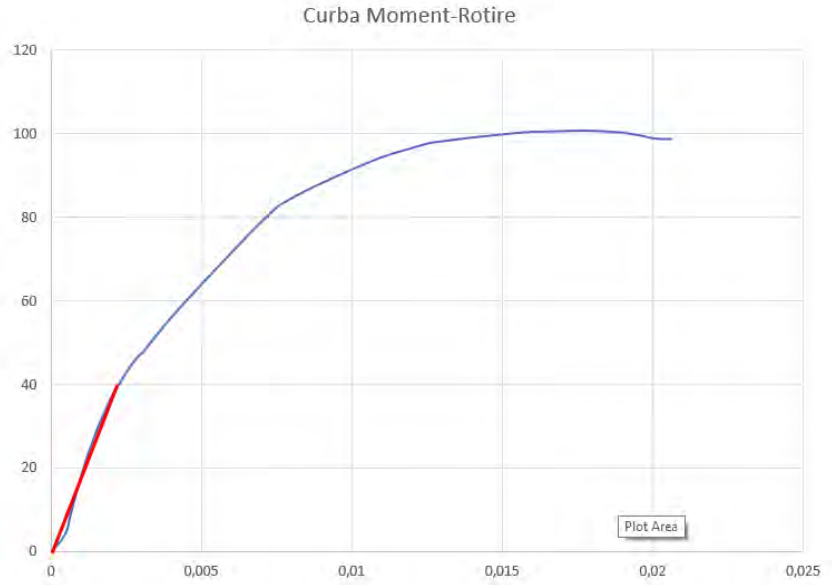


Figura 12. Curba moment-rotire

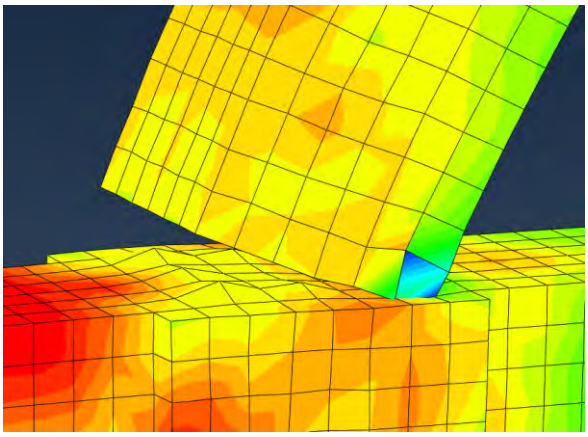


Figura 13. Deformata betonului

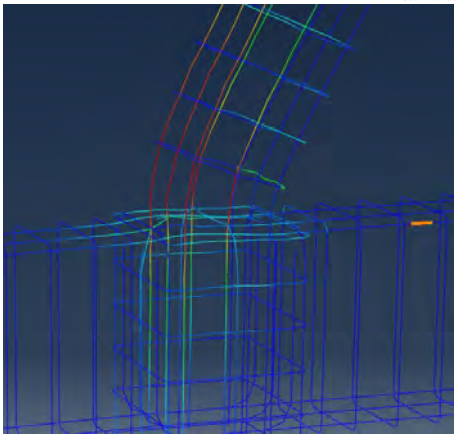


Figura 14. Deformata armăturii

Conform graficului, rigiditatea articulației semi-rigide K_r este (7):

$$K_r = \frac{M}{\theta} \qquad (7)$$

Unde: M=39,6816kNm – momentul;
θ=0,002218rad – rotirea;
K_r=17889,42kNm/rad – rigiditatea articulației;

Pentru a observa influența rigidității conexiunii stâlp-stâlp asupra deplasării relative de nivel, în AxisVM X7, în nodurile dintre structura existenă și supraetajare, s-au introdus 3 tipuri de reazeme: articulație semi-rigidă cu rigiditatea inițială de 10000kNm/rad, articulație semi-rigidă cu rezulatele obținute din experimentul numeric din Abaqus, respectiv articulație pură în jurul axei y. Nu s-a putut considera ca ipoteză de calcul un reazem de tip încastrare, fiindcă în betonul existent se introduce armătură post-instalată. Exinderea unei structuri pe verticală în ipoteza de calcul, în mod uzual, este considerată articulată la bază, cu rigiditate 0.

Niveluri	X/Y	d_{rmax} [mm]	d_{rmax} [mm]	d_{rmax} [mm]
Nivelul 5. (SLS)	X	34,130	14,995	13,337
(ULS)		68,260	29,990	26,673
(SLS)	Y	0	0	0
(ULS)		0	0	0
Nivelul 4. (SLS)	X	6,775	7,925	8,212
(ULS)		13,551	15,849	16,424
(SLS)	Y	0	0	0
(ULS)		0	0	0
Nivelul 3. (SLS)	X	9,951	11,174	11,486
(ULS)		19,903	22,349	22,973
(SLS)	Y	0	0	0
(ULS)		0	0	0
Nivelul 2. (SLS)	X	13,438	15,037	15,031
(ULS)		26,875	30,075	30,061
(SLS)	Y	0	0	0
(ULS)		0	0	0
Nivelul 1. (SLS)	X	15,919	17,753	16,215
(ULS)		31,839	35,507	32,430
(SLS)	Y	0	0	0
(ULS)		0	0	0
Parter (SLS)	X	—	—	—
(ULS)		—	—	—
(SLS)	Y	—	—	—
(ULS)		—	—	—
		Articulație Pură	Articulație semi-rigidă (10000kNm/rad)	Articulație semi-rigidă (17889.42kNm/rad)

Figura 15. Valori ale deplasării relative de nivel
în funcție de tipul de reazem nodal al bazei supraetajării

Pentru ca valoarea deplasării relative de nivel să fie admisibilă conform P100/2013 [3] în cazul rezemării de tip articulație pură a bazei extinderii, secțiunea stâlpilor devine 0.40×0.40m. Conform valorilor rezultate din calcul – figura 15, ipoteza de calcul cu articulație cu rigididate 0 duce la supradimensionarea elementelor supraetajării cu 25% pentru a putea fi îndeplinită condiția deplasării relative de nivel. Soluția structurală propusă (stâlpi 30x30, grinzi 25x40) este conformă, având în vedere că sunt îndeplinite toate cerintele privind rezistența, rigiditatea și stabilitatea structurală. Tehnic, armăturile din stâlpii supraetajării se vor ancora chimic în stâlpii existenți.

BIBLIOGRAFIE

1. Eurocod 1-1/2004 *Acțiuni asupra construcțiilor – Partea 1-1,* ASRO 2004
2. CR 1-1-3/2012 *Cod de proiectare. Evaluarea Acțiunii Zăpezii Asupra Construcțiilor,* ASRO 2012
3. Codul P100-1/2013 *Cod de proiectare seismică – Partea 1,* ASRO 2013
4. CR 0/2012 *Cod de proiectare. Bazele proiectării construcțiilor,* ASRO 2012
5. Ing. Buru Ș.M., *Analiza avansată a structurilor alcătuite din elemente compozite oțel-beton. Teză doctorat* UTPRESS 2016
6. https://www.concreteconstruction.net/how-to/friction-factor-for-concrete-on-concrete_o

BITUM FOSFORESCENT

Autori
Bogdan-Ioan D. VOINA[1] , Luca-Vasile I. VANCEA [2]
[1]*Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, bogdan.voina2004@gmail.com*
[2] *Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, lucavancea91@gmail.com*

Îndrumător
Sef Lucrări Dr. Ing. Luminița Monica PLEȘA[3]
[3]*Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, luminita.molnar@ccm.utcluj.ro*

REZUMAT: *Lucrarea de față propune realizarea și studierea unor compoziții pe bază de bitum și pudră fosforescentă cu scopul de a fi utilizată în alcătuirea îmbracăminții rutiere cu rol de strat de uzură. Ideea se bazează pe înlocuirea vopselei fosforescente aplicată la marcajele rutiere, care în timp se degradează și trebuie reaplicată constant, iar utilizarea bitumului fosforescent vine cu avantajul duratei de păstrare îndelungate. Programul experimental a presupus analizarea caracteristicilor bitumului propus analizându-se: punctul de înmuire, punctul de picurare și ductilitatea, conform normelor în vigoare. De asemenea, acest material are o gamă largă de aplicabilitate putând fi folosit la orice fel de cale de comunicație, oferind mai multă siguranță pietonilor și participanților la trafic la tronsoanele de drum neiluminate.*

Cuvinte cheie: bitum, pudră fosforescentă, beton asfaltic, marcaje rutiere

1.Introducere

Bitumul este o substanță organică de origine naturală. Este extras din petrolul brut și este format dintr-o combinație de hidrocarburi grele și alte substanțe organice. Bitumul este un material termoplasic, ceea ce înseamnă că se înmoaie la încălzire și se întărește la răcire. Acest lucru îl face ideal pentru utilizarea sa în construcții, deoarece poate fi turnat ca un lichid și apoi se solidifică pentru a forma o suprafață uniformă și impermeabilă. În plus, bitumul are o rezistență ridicată la apă, substanțe chimice și alte elemente dăunătoare, ceea ce îl face ideal pentru utilizarea sa în construcția de acoperișuri, drumuri, poduri și alte structuri. Bitumul fosforescent este un material care are capacitatea de a străluci în întuneric după ce a fost expus la lumina zilei. Acest tip de bitum este adesea folosit pentru marcaje rutiere și indicatoare pe timp de noapte, deoarece îmbunătățește vizibilitatea și siguranța pe drumuri pe timp de noapte.

Betonul cu agregate expuse fluorescente reprezintă una din aplicațiile ce există la momentul actual, și este o soluție decorativă și durabilă de amenajare a spațiilor exterioare. Acesta poate fi utilizat la zone pietonale (străzi, piețe, esplanade, faleze)parcări, pasaje, sensuri giratorii, trotuare, piste pentru bicicliști, parcuri și grădini, fațade, ziduri de sprijin, pereți. [3]



Figura 1. Beton cu agregate expuse fluorescente

2.Materiale și metode

2.1 Bitum

Pentru realizarea acestui experiment am utilizat bitum în stare solidă în vederea realizării următoarelor rețete:

Tabelul 1. Compoziția rețetelor propuse

	Cantitatea de bitum (g)	**Cantitatea de pudră (g)**
Rețeta 1 (presărat)	12.7	0.7
Rețeta 2 (presărat)	8.8	1.3
Rețeta 3 (amestecat)	16.7	2
Rețeta 4 (amestecat)	75	12.5
Rețeta 5 (amestecat)	60	30

2.2 Pudră fosforescentă

Pudra fosforescentă achiziționată de pe site-ul Glowmania, luminează până la 12 ore după o încărcare de doar cateva ore la orice sursă de lumină. Pudra fosforescentă care luminează albastru, are culoarea galbenă la lumină normală și are o granulație de 30-45µm. Cele două proprietați imporatante ale acestui material este fosforescența (luminează în întuneric și fluorescența (luminează intens la lumina UV).

2.3 Modul de turnare

Prima etapă în realizarea bitumului fosforescent a fost topirea bitumului la temperatura de 100℃. În acest timp am pregătit matrițele în formă de opt pe care le-am uns cu vaselină pentru a evita lipirea materialului de matriță.
După transformarea bitumului din stare solidă în stare lichidă am turnat în cele trei matrițe material (Figura 2), după care am presărat prima cantitate de pudră fosforescentă folosită.



Figura 2. Pregătirea epruvetelor pentru determinarea ductilității

Pentru realizarea ultimelor trei rețete am folosit altă metodă în care am introdus pudra fosforescentă în compoziția bitumului lichid în diferite procentaje. După turnarea probelor le-am lăsat în repaus timp de 120 de minute.



Figura 3. Indroducerea pudrei în compoziția bitumului

3.Metode de testare

3.1 Determinarea punctului de picurare

Se înțelege prin punct de picurare temperatura la care sub greutate proprie bitumul începe să picure. Determinarea se face cu aparatul Ubbelohde. Se introduce bitumul în niplu având grijă să nu se facă bule de aer, se lasă să revină ansamblul la temperatura camerei(20-25℃)apoi se montează niplul în manșonul cu termometru și se introduce proba de sticlă în prealabil, în paharul Berzselui umplut cu apă (la produsele care au punctul de picurare sub 90℃) sau ulei de vaselină (la produsele care au punctul de picurare peste 90℃). Se încălzește aparatul cu o flacără mare pâna la o temperatură cu 10-15℃ sub punctul de picurare presupus, apoi la o flacără mică astfel ca temperatura să crească cu un 1℃ pe minut. Se notează temperatura la care cade prima picatură de bitum din niplu.



Figura 4. Punctul de picurare

3.2 Determinarea ductilitații

Ductilitatea este proprietatea unui material de a fi tras in fire subtiri. La bitum aceasta notiune este putin diferita, adica este alungirea(L-L0) maxima pe care o are bitumul supus la o temperatura stabila(5,10,15,20 si 25)° si o viteza de întindere de (5± 0.25) cm/minut.



Figura 5. Turnarea în epruvete



Figura 6.Determinarea ductlitatii

Aparatul cu care se face determinarea se numeste ductilometru. Determinarea se face pe epruvete în formă de 8(opt) turnate într-un tipar prezentate mai sus (Figura 5).

3.3 Determinarea punctului de înmuiere

Punctul de înmuiere este temperatura la care bitumul, sub o anumită încărcare, suferă o deformație standardizată (această încercare este reprezentată de greutatea proprie a unei bile de oțel). Punctul de înmuiere are o valoare convențională. Se introduce bitumul în inel, având grijă să nu se facă bule de aer, apoi acesta se lasă să se răcească cel puțin 30 de minute. Se așează inelele în orificiul de pe placa superioară și se introduce tot ansamblul in baie. Se umple baia cu apa distilată la temperatura de (5±1)℃ astfel ca nivelul ei să depașească cu minim 50 de mm nivelul superior al inelelor. Se mentine această temperatură cel puțin 15 minute.
Bilele menținute și ele la o temperatură de (5±1)℃ se așează (centrează)cu o pensetă în centrul inelului. Se montează capacul, se fixează termometrul și se lasă aparatul să revină la temperatura de circa 20℃.Se încalzește aparatul cu (5+0,5)°C pe minut și se citește pe termometru temperatura la care bilele au străpuns proba și au atins placa inferioară. Procedeul descris este aplicabil la bitumurile care au punctul de înmuiere sub 80°C, pentru cele care au punctul de înmuiere peste această temperatură apa distilată se înlocuiește cu glicerină, iar temperatura de pornire este de (32+1)°C.
De asemenea bilele vor avea (32+1)°C când se vor monta pe inele. Se fac deci, trei determinări, între cele trei temperaturi nu se admite să existe o diferență mai mare de 1°C, dacă se întâmplă acest lucru se repetă determinarea sau luăm în calcul citirile care respecta această prevedere.

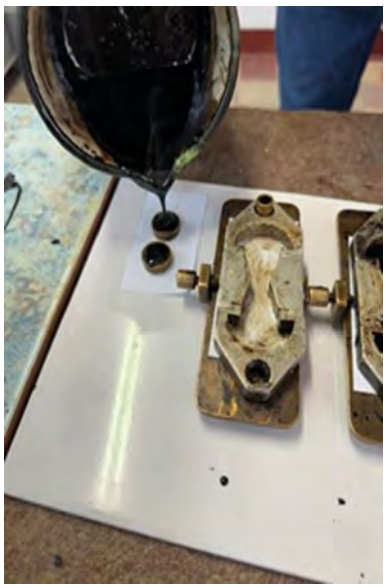


Figura 7. Turnarea în inele



Figura 8. Punctul de înmuiere

4.Rezultate

Comparând rezultatele din Tabelul 2. cu rezultatele standardizate observăm că punctul de picurare crește proporțional cu cantitatea de pudră introdusă același fenomen apare și la punctul de înmuiere, în schimb la ductilitate observăm că odată cu adăugarea pudrei fosforescente, aceasta scade cea ce înseamna că acest material devine treptat mai casant.

Rețete	**Punct de picurare (℃)**	**Ductilitate (cm)**	**Punct de înmuiere (℃)**
Rețeta 1(5.51%)	-	3	-
Rețeta 2(14.28%)	-	3.2	-
Rețeta 3(11.97%)	-	3.1	-
Rețeta 4(16.6%)	108	2.6	93
Rețeta 5(50%)	112	2.2	96

Tabelul 2.Rezultate determinării



Figura 9. Epruvete din bitum în amestec cu pudra fosforescentă

5.Concluzii

Acest bitum fosforescent poate fi folosit în compoziția betonului asfaltic pentru construirea îmbrăcăminților rutiere, pe lângă aspectul estetic acesta are un rol economic, deoarece facilitează iluminarea drumului fara a fi nevoie de energie electrică, acesta putând fi folosit atât la marcajele rutiere dar, în special la trecerile de pietoni care nu sunt atât de semnalizate.

BIBLIOGRAFIE

1.https://www.glowmania.ro/pigment-fosforescent/173-pigment-fosforescent-galben-care-lumineaza-galben.html?gad_source=1&gclid=Cj0KCQjwiYOxBhC5ARIsAIvdH53fFWjmbtSIt6YPzpseGXRS7Osm9yNfDUs4EHOt52oeJSnOzDebLzYaAgUKEALw_wcB

2. Alexandru Gheorghe Netea, Daniela Lucia Manea, Claudiu Aciu, Elena Jumate, Florin Babota, Luminita Monica Plesa, Razvan Andrei Iernutan Materiale de construcții:chimie Cluj-Napoca: Editura U.T.Press,2019

3.https://www.betoncuagregateexpuse.ro/beton-cu-agregate-expuse-fluorescente/#:~:text=Betonul%20cu%20agregate%20expuse%20fluorescente,terase%2C%20sc%C3%A3ri%20etc.).

Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca
Facultatea de Construcții

Sesiunea Națională de Comunicări Științifice Studențești, ediția a XXII-a
Cluj-Napoca, 17-18 Mai 2024

PREMII

Comisia 1 (IC+IMC)

Premiul	Numele și prenumele autorului/autorilor	Instituția de învățământ	Titlul lucrării	îndrumător/ Îndrumători
I	Eduard PÎNZARU	UTCN Facultatea de Construcții	INFLUENȚA RIGIDITĂȚII CONEXIUNII STÂLP-STÂLP ASUPRA DEPLASĂRII RELATIVE DE NIVEL IN CAZUL UNEI STRUCTURI SUPRAETAJATE	Marius BURU Florin BLAGA
II	Melicuț-Ștefan OSMAN Ionel STOICA	UTCN Facultatea de Construcții	CERCETĂRI ASUPRA UTILIZĂRII MICELIULUI ȘI RUMEGUȘULUI ÎN FABRICAREA CARAMIZILOR BIODEGRADIBLE	Claudiu ACIU
III	Kata JAKAB Jesica GAL	UTCN Facultatea de Construcții	CLADIRI REZISTENTE LA CUTREMUR	Simona STANCA
Mentiune	Bianca IRIMIEA Alessia MARIȚA Szilvia VERES	UTCN Facultatea de Construcții	CASA MAGNE LEVITABILA	Răzvan IERNUȚAN
Mentiune	Roxana - Elena FILIPESCU Nicolas - Filip PARNEA Laurențiu GRIGORE	UOC Facultatea de Construcții	UTILIZAREA DEȘEURILOR SOLIDE ȘI A MATERIALELOR RECICLABLE ÎN COMPOZIȚIA BETONULUI CU ARMĂTURĂ DISPERSĂ	Sunai GELMAMBET

Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca
Facultatea de Construcții

Sesiunea Națională de Comunicări Științifice Studențești, ediția a XXII-a
Cluj-Napoca, 17-18 Mai 2024

Comisia 2

INGINERIA INSTALAȚIILOR

1. Conf.dr.ing. Ciprian BACOȚIU – președinte
2. Conf. dr.ing. Ancuța ABRUDAN
3. Conf.dr.ing. Călin CIUGUDEANU
4. Ș.l. dr.ing. Raluca MOLDOVAN
5. Ș.l. dr.ing. Octavian POP

6. Student Tudor NAȘCA
7. Student Gabriel-Timotei ILIEȘ

EXPLORAREA POTENȚIALULUI DIFERITELOR TIPURI DE POMPE DE CĂLDURĂ INTEGRATE ÎN HUB-URILE ENERGETICE: ANALIZA FEZABILITĂȚII ȘI EFICIENȚEI

Autori
Mara S.P. DUMITRESCU[1*], Claudia C. TODORAN[1]
[1]*Facultatea de Inginerie a Instalațiilor, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, dumitrescu.so.mara@student.utcluj.ro (autorul corespondent)*
[1]*Facultatea de Inginerie a Instalațiilor, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, todoran.cr.claudia@student.utcluj.ro*

Îndrumător
S. l. Dr. Ing. Constantin C. CILIBIU
Facultatea de Inginerie a Instalațiilor, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, constantin.cilibiu@insta.utcluj.ro

REZUMAT: *Lucrarea abordează analiza fezabilității și eficienței integrării diferitelor tipuri de pompe de căldură în hub-urile energetice, cu scopul de a evalua impactul lor asupra performanței energetice și a reducerii emisiilor de carbon în sistemele de climatizare. Prin investigarea potențialului și a performanței acestor tehnologii, se analizează două tipuri de pompe de căldură, aer-apă și sol-apă, în cadrul integrării lor în infrastructura unui hub energetic. Studiul identifică atât beneficiile, cât și provocările asociate cu implementarea acestor tehnologii, oferind soluții pentru optimizarea performanței lor. De asemenea, se examinează fezabilitatea economică a integrării pompelor de căldură în hub-uri energetice și impactul lor asupra costurilor operaționale și a rentabilității pe termen lung. Prin prezentarea unui studiu de caz propus pentru municipiul Cluj-Napoca, se conturează o perspectivă comprehensivă asupra potențialului și eficienței integrării pompelor de căldură în hub-urile energetice. Aceste rezultate contribuie la dezvoltarea unor soluții sustenabile pentru climatizarea clădirilor, în concordanță cu obiectivele municipale de reducere a consumului de energie și a emisiilor de carbon până în anul 2030.*

Cuvinte cheie: eficiență energetică, decarbonizarea clădirilor, centre energetice, energie verde

1. INTRODUCERE

O atenție sporită asupra sustenabilității și eficienței energetice a condus la un interes continuu pentru tehnologiile alternative, în special cele dedicate încălzirii și răcirii clădirilor, având în vedere că aceste două domenii reprezintă aproximativ jumătate din consumul total de energie la nivel european [1]. Foarte multe țări se bazează încă pe combustibili fosili pentru a asigura confortul termic interior, iar o schimbare din acest punct de vedere ar putea avea o contribuție majoră pentru atingerea obiectivului de neutralitate climatică. In prezent Clujul și multe alte orașe europene se află într-un proces activ de decarbonizare care are la bază eficientizarea energetică a clădirilor și utilizarea energiilor regenerabile [2]. O țară de referință pentru implementarea politicilor referitoare la emisii scăzute de carbon ar putea fi Marea Britanie, a cărei guvern își propune să reducă emisiile de dioxid de carbon cu 80% față de valoarea de referință din 1990, pana în anul 2050 [3].

La nivel mondial, peste 139 de țări prezintă inițiativa de a realiza tranziția energetică, mai exact reducerea a 83 % din totalul emisiilor globale de carbon, fapt care ar putea crea un nou impuls pentru pompele de căldură [4]. Acestea sunt văzute deja ca un viitor sistem de încălzire în multe scenarii, de exemplu foaia de parcurs IEA Net Zero până în 2050 arată ca până în anul 2045 circa 50% din cererea globală de încălzire a spațiilor va fi acoperită de pompe de căldură [5].

Pompele de căldură utilizează energia regenerabilă pentru a furniza confort termic în clădiri, reducând în același timp impactul asupra mediului și costurile operaționale. Acestea sunt o alternativă competitivă a gazelor naturale în domeniul construcțiilor, al agriculturii și in industrie. Cererea pentru încălzirea clădirilor la temperaturi de până la 80°C și pentru încălzirea industrială la sub 150°C poate fi satisfăcută de către pompele de căldură. Acest lucru înseamnă că 100% din necesarul de încălzire al clădirilor și 50% din necesarul de încălzire industrială pot fi gestionate prin această metodă. În plus, dacă rata de adoptare a pompelor de căldură atinge 90%, s-ar putea obține o reducere totală de 20% a emisiilor de CO_2 [6].

Cele mai comune tipuri de pompe de căldură utilizate în prezent sunt cele sol-apă și aer-apă. Pompa de căldură sol-apă utilizează energia termică stocată în sol pentru a încălzi sau răci apa, în timp ce pompa de căldură aer-apă utilizează energia din aerul atmosferic. Ambele tehnologii au avantaje și dezavantaje, iar acest studiu comparativ își propune să evalueze performanța și eficiența acestor două configurații într-un context specific.

Pompele de căldură cu sursă de aer sunt cel mai obișnuit tip de pompe de căldură utilizate în Europa, deoarece amprenta terenului necesară pentru instalarea unei astfel de aparaturi este semnificativ mai mică decât cea a unei pompe de căldură geotermale si de asemenea prezinta limitări reduse legate de instalare și costuri inițiale mai scăzute [7]. Cu toate acestea, o problemă întâmpinată de pompele de căldură aer-apă în timpul iernii este scăderea coeficientului de performanță și înghețarea schimbătorului de căldură din unitatea exterioară atunci când temperatura ambientală scade sub 7°C și umiditatea relativă depășește 65 °C [8].

Sistemul de pompe de căldură cu sursă geotermală a fost dezvoltat la sfârșitul anilor 1940 [9,10]. Aceste sisteme sunt proiectate pentru a furniza încălzire și răcire în clădiri prin utilizarea energiei regenerabile stocate în sol. În ultimii ani au fost efectuate numeroase cercetări experimentale și teoretice privind sistemele geotermale în diferite părți ale lumii, furnizând diverse date și rezultate care ajută constant la îmbunătățirea parametrilor de funcționare ale acestora [11].

Studiul de caz propus ia în considerare parametri precum eficiența energetică, coeficientul de performanță (COP), costurile de instalare și întreținere, disponibilitatea resurselor locale (sol versus aer), precum și alte aspecte relevante pentru a oferi o perspectivă cuprinzătoare asupra comparării între cele două configurații.

În practică, s-au dezvoltat mai multe concepte pentru gestionarea resurselor de energie regenerabile care cuprind stocarea si conversia acesteia, dar care până la momentul actual au fost tratate mai mult separat și cu scopul de a funcționa pentru clădiri individuale. [12]
In cele ce urmează vom prezenta ideea de a integra aceste concepte într-un sistem centralizat aferent unei zone dintr-un cartier al Municipiului Cluj-Napoca, care va asigura încălzirea clădirilor prin intermediul pompelor de căldură de mare capacitate.

In cadrul studiului comparativ vom analiza pe rând doua configurații ale unui hub energetic având ca și componente de bază in primul caz o pompă de căldură geotermală și un cazan cu funcționare pe gaz metan iar în al doilea caz o pompă de căldura aer-apă ce este prevăzută de asemenea sa funcționeze în tandem cu același tip de cazan pe gaz, acestea fiind completate în ambele cazuri și de un sistem fotovoltaic pentru generarea energiei electrice.

Sistemul cunoscut sub numele de ”energy hub” a fost dezvoltat de laboratorul Power Systems de la ETH Zürich pentru a gestiona fluxurile de energie dintr-un complex mare de clădiri. Oferă posibilitatea de a stoca, de a converti energia între mai mulți purtători (de exemplu, electricitate în încălzire, gaz natural în căldură, încălzire solară termică sau biomasă și stocare apă caldă etc.) și de a furniza suficientă energie electrică, căldură, frig sau combustibili către comunitate.

Adoptarea acestor centre sau hub-uri energetice este considerată o soluție robustă pentru optimizarea infrastructurilor de energie, cum ar fi cele pentru gaz și electricitate [13-14]. Aceste centre au un mare potențial în ceea ce privește integrarea generării distribuite, cum ar fi sursele

regenerabile și stocarea energiei, cu scopul de a reduce costurile de operare pentru cereri diverse, cum ar fi energia electrică și căldura [15-16].

Atât pe plan național cât și pe plan internațional, au fost realizate diverse studii pentru identificarea soluțiilor tehnice cât mai eficiente ale pompelor de căldură integrate în sistemele energetice precum și în rețelele de încălzire. Aceste studii analizează integrarea pompelor într-un anumit sistem și tipul de sursă de căldură utilizată.

Utilizarea pompelor de căldură în cadrul centralelor termice zonale aduce beneficii dovedite. În general, instalarea pompelor de căldură conduce la recuperarea energiei regenerabile care altfel ar fi irosită, reducerea riscului pe piață asociat accesului la combustibili și un sistem energetic mai stabil [17].

Mai multe țări au implementat pompe de căldură la scară mare în sistemele de încălzire zonale. De exemplu, în Italia, două pompe cu o capacitate totală de 31 MW au fost instalate într-o centrala termica din Milano și sunt funcționale începând cu anii 2010 și 2011 [14]. Norvegia are și ea mai multe instalații de pompe de căldură la scară mare. Un exemplu este în Sandvika, unde două pompe cu o capacitate totală de 22 MW pentru încălzire și răcire utilizează energia din apele uzate [18].

In Suedia, prețurile scăzute ale electricității au generat o concurență puternică cu pompele de căldură. Astfel, unele clădiri cu mai multe apartamente păstrează conexiunea la rețeaua de încălzire zonala atunci când trec la pompe de căldură pentru sisteme de încălzire individuale [19]. Aproximativ 2% din toate proprietățile rezidențiale cu mai multe apartamente din Suedia utilizează atât o pompă de căldură aer-apă, cât și o conexiune la centralele de zonă [20].

Până in prezent in Cluj-Napoca nu au fost realizate studii cu privire la implementare unui posibil centru (hub) energetic, iar absența unor date exacte și cercetări dedicate în această direcție face dificilă evaluarea posibilităților sau oportunității in acest sens. Astfel, este necesară o analiză detaliată pentru a înțelege perspectiva energetica a orașului și pentru a putea lua decizii privind dezvoltarea unei viitoare infrastructuri energetice. Lucrarea analizează diverse considerente de ordin tehnic și economic pentru implementarea pompelor de căldură în sistemul de alimentare cu energie termică a unui grup de clădiri.

2. STUDIU DE CAZ

2.1. Situația existentă

Studiul de caz analizat ia în considerare o zona existentă în Mun. Cluj-Napoca, compusă din 10 clădiri, cu funcțiuni diverse, respectiv 8 clădiri rezidențiale, o clădire cu cabinete medicale și o școală. În prezent aceste clădiri sunt alimentate cu energie termică de la o centrală termică de zonă, CT5 Gheorgheni, imaginea de ansamblu fiind prezentată în figura 1.

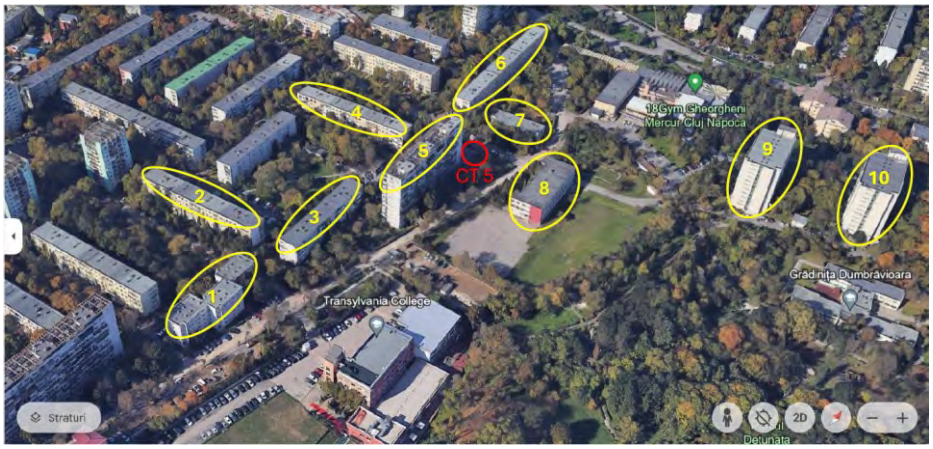


Figura 1. Imagine de ansamblu cu zona deservită de CT5 [Sursa: https://earth.google.com/]

Simulările au fost realizate cu aplicația software nPro App [22], iar într-o primă etapă au fost analizate diferite configurații ale unui centru energetic și ale unei rețele termice ce livrează energie pentru grupul de clădiri considerat în varianta neizolată termic, necesarul de energie pentru încălzire și preparare apă caldă menajeră fiind prezentat în tabelul 1.

Tabelul 1. Necesarul de energie termică pentru grupul de clădiri existent

	Suprafață (m^2)	**Funcțiune**	**Energie necesară încălzire** (kWh/m^2*an)	**Energie necesară preparare a.c.m.** (kWh/m^2*an)
Clădire 1	3100	Locuințe	295	40
Clădire 2	5275	Locuințe	284	32
Clădire 3	3660	Locuințe	336	61
Clădire 4	4470	Locuințe	284	32
Clădire 5	11264	Locuințe	256	25
Clădire 6	7230	Locuințe	294	40
Clădire 7	916	Cabinete medicale	294	40
Clădire 8	2544	Școala	260	22
Clădire 9	12650	Locuințe	257	35
Clădire 10	12650	Locuințe	257	35

Pentru anualizarea investițiilor s-a presupus o rată a dobânzii de 5 % și o perioadă de observare de 20 de ani.

Din punct de vedere al costurilor de investiție, la nivel de clădire, în calcule a fost adoptat un cost de cuplare la rețea de 200€/kWh_{th} și un cost fix suplimentar de 4000€.

La nivel de rețea termică, s-a considerat un diametru nominal al conductelor tur/retur de 350 mm, care vor livra agent termic la temperaturile de 80/70ºC. Lungimea rețelei este 500 m, iar costurile pentru conducte au fost considerate 500€/ml la care se adaugă costurile cu săpături și manoperă de încă 400€/ml. Costurile legate de mentenanță au fost considerate 1% din valoarea totală de investiție.

În vederea generării de profit, energia termică produsă de sistem va fi vândută clienților cu 0.15 €/kWh.

Cuplarea unei cladiri la rețeaua termică este prezentată in figura 2.

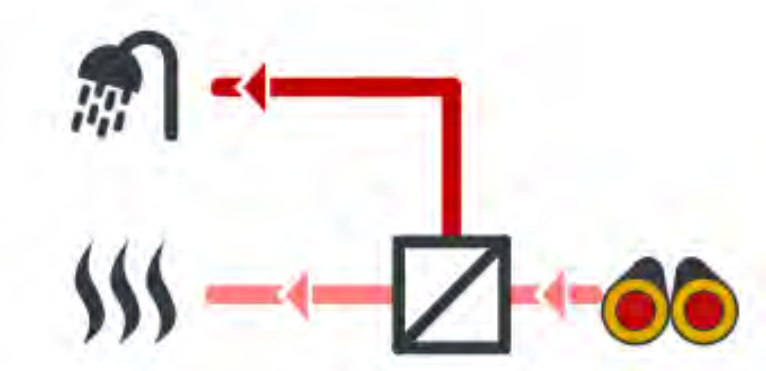


Figura 2. Modalitatea de racordare a unei clădiri la rețeaua termică [22]

Costurile pentru cazanele de preparare a agentului termic cu funcționare pe gaz natural au fost considerate 150€/kWh_{th}, iar costurile legate de mentenanță acestora au fost considerate 3% din valoarea totală de investiție.

Costurile de proiectare ale sistemului au fost considerate 10% din valoarea totală de investiție.

Prețurile de achiziție a energiei primare au fost adoptate la 0.20€/kWh pentru energia electrică necesară grupurilor de pompare și 0.06€/kWh pentru gaz natural necesar la funcționarea cazanelor.

Din punct de vedere a emisiilor de carbon, pe fiecare kWh de energie electrică importată din rețea s-a considerat o emisie de carbon de 350g, iar pentru gazul natural 250g/kWh. Factorii de conversie în energie primară adoptați fiind de 2.5 pentru energia electrică din Sistemul Energetic Național (SEN) si 1.17 pentru gazul natural din rețea.

Profilul de consum al energiei pe un an calendaristic este prezentat în figura 3 și cuprinde doar energia termică necesară pentru încălzire și apă caldă de consum a întregului grup de clădiri existente, neizolate termic.

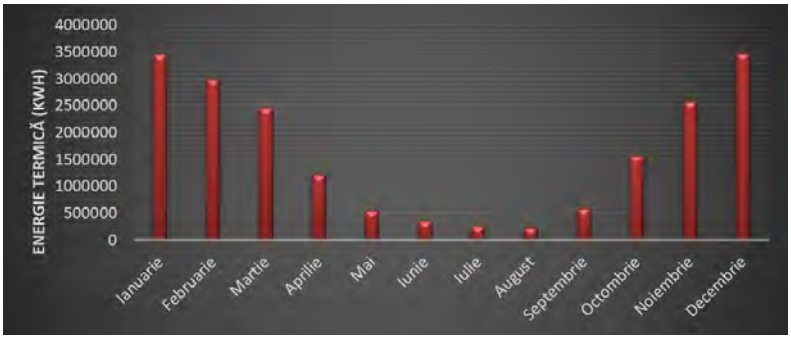


Figura 3. Pofilul de consum pentru energia termică livrată [22]

Astfel, pentru asigurarea energiei necesare consumatorilor s-a propus un sistem de bază, alcătuit doar din două cazane cu funcționare pe gaz natural (Scenariul 1) și două configurații ale unui hub energetic care se bazează pe pompe de căldură, un sistem de panouri fotovoltaice și conectarea la rețeaua electrică și la cea de gaze naturale pentru a face față situațiilor de vârf de consum. Sistemul este conceput să ofere condiții optime consumatorilor în orice situație. Energia electrică provenită din producția panourilor fotovoltaice și din rețeaua electrică este menită să asigure funcționarea pompelor de circulație și a celor de căldură, iar importul de gaze naturale va fi utilizat doar în cazul în care cererea de energie termică va depăși capacitatea de livrare a pompelor de căldură sau pentru suplimentarea temperaturii de pe tur a rețelei termice.

Pentru variantele de hub (centru) energetic s-au ales două soluții de pompe de căldură, sol-apă (Scenariul 2) și aer-apă (Scenariul 3), având în vedere lipsa unei surse de apă în zona studiată, care ar putea permite utilizarea unei pompe de căldură de tip apă-apă.

Scenariul 1 de sistem propus pentru asigurarea necesarului de energie la consumatori este prezentat schematic în figura 4, acesta fiind compus din două cazane cu funcționare pe gaz pentru agentul termic și energie electrică importată din SEN pentru pompele de circulație.

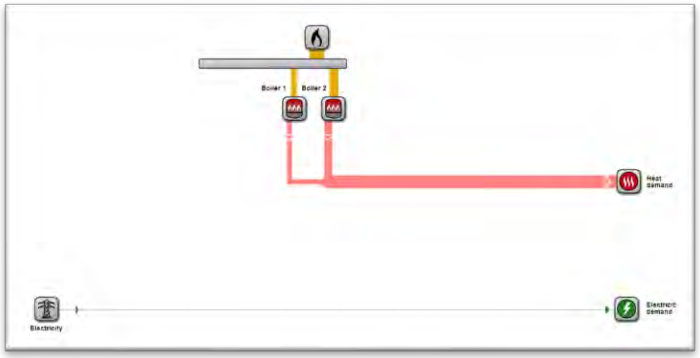


Figura 4. Scenariul 1 – cazane pe gaz și energie electrică din SEN [22]

Scenariul 2 de sistem propus pentru asigurarea necesarului de energie la consumatori este prezentat schematic în figura 5, acesta fiind compus dintr-un cazan cu funcționare pe gaz pentru acoperirea vârfurilor de consum, energie electrică importată din SEN pentru pompele de circulație, panouri fotovoltaice pentru alimentarea pompei de căldură sol-apă.

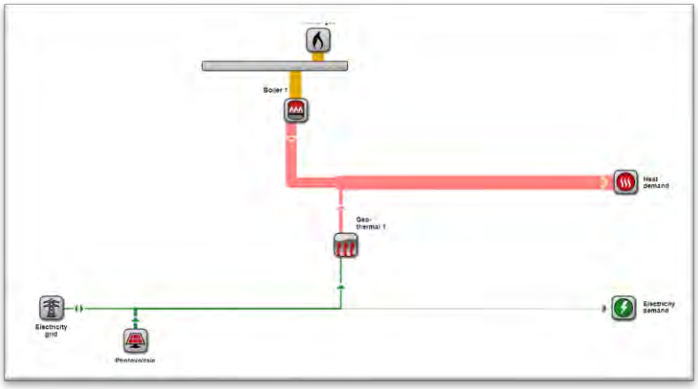


Figura 5. Scenariul 2 – un cazan pe gaz, energie electrică din SEN, panouri fotovoltaice si pompă de căldură sol-apă [22]

Scenariul 3 de sistem propus pentru asigurarea necesarului de energie la consumatori este prezentat schematic în figura 6, acesta fiind compus dintr-un cazan cu funcționare pe gaz pentru acoperirea vârfurilor de consum, energie electrică importată din SEN pentru pompele de circulație, panouri fotovoltaice pentru alimentarea pompei de căldură sol-apă.

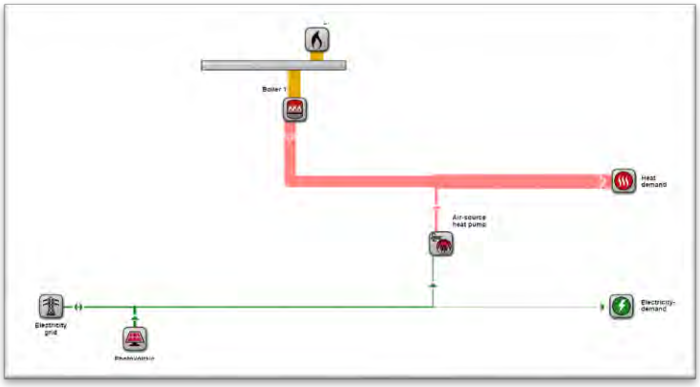


Figura 6. Scenariul 3 – un cazan pe gaz, energie electrică din SEN, panouri fotovoltaice si pompă de căldură aer-apă [22]

2.2. Situația propusă

În a doua etapă a studiului s-au analizat aceleași configurații de scenarii tehnice și economice pentru grupul de clădiri descris anterior, însă cu mențiunea ca aceste clădiri sunt reabilitate din punct de vedere termic în conformitate cu normele tehnice în vigoare [23]. Astfel necesarul de energie termică pentru încălzire a fost diminuat la cca. 30% față de datele prezentate în tabelul 1, pe considerentul îndeplinirii rezistențelor termice normate [23] pentru anvelopa clădirilor și dotării spațiilor cu sisteme de ventilație cu recuperare de căldură.

Capacitățile echipamentelor au fost dimensionate în raport cu sarcinile termice diminuate ale consumatorilor.

Din punct de vedere al costurilor, sistemul de panouri fotovoltaice a fost considerat la un preț de 1100€/kWh$_p$, cu costuri de mentenanță 1% din investiție, sistemul de pompă de căldură sol-apă 1200€/kWh$_{th}$ cu costuri de mentenanță 3% din investiție, iar sistemul de pompa de căldură aer-apă 1100€/kWh$_{th}$ cu costuri de mentenanță 2.5% din investiție,

2.3. Rezultatele simulărilor

În tabelul 2 sunt prezentate rezultatele simulărilor din punct de vedere tehnic atât pentru situația existenta (clădiri nereabilitate termic) cât și pentru cea propusă (clădiri reabilitate)

Tabelul 2. Centralizator rezultate tehnice simulări

Scenariul	Echipamente și parametri de referință	Situație existentă	Situație propusă
1	**Cazan pe gaz 1**		
	Putere nominală (kW_{th})	3421	1005
	Consum de gaz (MWh)	9113	3311
	Cazan pe gaz 2		
	Putere nominală (kW_{th})	8195	2391
	Consum de gaz (MWh)	15883	5224
	Import de energie electrică din SEN (MWh)	337	115
	Emisii de CO_2 (t)	6367	2174
2	**Cazan pe gaz**		
	Putere nominală (kW_{th})	2127	2207
	Consum de gaz (MWh)	13822	6439
	Număr de ore de funcționare (h/an)	5849	2626
	Panouri fotovoltaice		
	Putere instalată (kW_p)	476	1384
	Suprafață colectori (m^2)	2800	8141
	Pompă de căldură sol-apă		
	Energie generată (MWh)	10056	1886
	Consum de energie electrică (MWh)	4335	813
	Coeficient de performanță - COP	2.32	2.32
	Import de energie electrică din SEN (MWh)	4131	80
	Emisii de CO_2 (t)	4902	1638
3	**Cazan pe gaz**		
	Putere nominală (kW_{th})	2127	2207
	Consum de gaz (MWh)	13465	6772
	Număr de ore de funcționare (h/an)	5698	2762
	Panouri fotovoltaice		
	Putere instalată (kW_p)	476	1384
	Suprafață colectori (m^2)	2800	8141
	Pompă de căldură aer-apă		
	Energie generată (MWh)	10127	1583
	Consum de energie electrică (MWh)	4535	607
	Coeficient de performanță - COP	2.23	2.60
	Import de energie electrică din SEN (MWh)	4354	99
	Emisii de CO_2 (t)	4890	1728

În tabelul 3 sunt prezentate rezultatele simulărilor din punct de vedere economic atât pentru situația existenta cât și pentru cea propusă

Tabelul 3. Centralizator rezultate economice simulări

Scenariul	Fluxul de numerar	Situație existentă	Situație propusă
1	Costuri de investiție (€/an)	-334 926	-132 808
	Costuri cu energia primară (€/an)	-1 567 160	-535 100
	Costuri cu mentenanță (€/an)	-59 272	-22 282
	Costuri fixe (€/an)	-38 023	-15 415
	Venituri/Încasări (€/an)	2 934 284	1 001 994
	Profitul net anual (€/an)	934 903	296 389
2	Costuri de investiție (€/an)	-954 166	-317 632
	Costuri cu energia primară (€/an)	-1 655 520	-402 340
	Costuri cu mentenanță (€/an)	-355 851	-69 344
	Costuri fixe (€/an)	-120,152	-36 147
	Venituri/Încasări (€/an)	2 934 556	1 031 714
	Profitul net anual (€/an)	-151 133	206 251
3	Costuri de investiție (€/an)	-1 081 756	-331 837
	Costuri cu energia primară (€/an)	-1 678 700	-426 120
	Costuri cu mentenanță (€/an)	-276 979	-60 564
	Costuri fixe (€/an)	-112 706	-35 318
	Venituri/Încasări (€/an)	2 934 440	1 040 714
	Profitul net anual (€/an)	-214 701	186 875

3. CONCLUZII

O primă concluzie care reiese în urma analizei este aceea că pentru situația în care clădirile existente nu sunt reabilitate termic nu se justifică implementarea sistemelor bazate pe energie verde, deoarece investiția nu se recuperează în 20 de ani.

O abordare doar prin prisma costurilor recomanda scenariul 1, care include doar cazanele pe gaz, însă aceasta are un dezavantaj major în raport cu impactul asupra mediului, generând cele mai mari emisii de carbon, pe toată perioada considerată.

Din punct de vedere a reducerii emisiilor de carbon și a profitului net anual scenariul 2, respectiv utilizarea unor panouri fotovoltaice și a unei pompe de căldură sol-apă înregistrează cele mai bune rezultate, în ciuda faptului că din punct de vedere al coeficientului de performanță calculat, acesta este ușor mai ridicat în scenariul 3, respectiv pentru pompa de căldură aer-apă.

Prin urmare, soluția propusă pentru grupul de clădiri studiat, bazată pe argumentele prezentate, implică înlocuirea centralei de cartier cu un hub energetic ce include un cazan pe gaz, o pompă de căldură geotermală, un sistem fotovoltaic și conexiune la rețelele de energie electrică și gaze naturale, ca sisteme de rezervă sau pentru acoperirea vârfurilor de consum.

BIBLIOGRAFIE

[1] HeatRoadmapEurope.HeatingandCooling:FactsandFigures.Thetransformation towards a low-carbon Heating & Cooling sector; https://heatroadm ap.eu/wp-content/uploads/2019/03/BrochureHeating-and-Coolingweb.pdf
[2] A.C. Grandall, House heating with earth heat pump, Electr World 126 (19) (1946) 94–95.
[3] L.R. Ingersoli, H.J. Plass, Theory of the ground pipe heat source for the heat pump, Heat, Piping, Air Modeing J. 20 (7) (1948) 119–122.
[4] P. Blum, G. Campillo, W. Mu¨nch, T. Ko¨lbel, CO2 savings of ground source heat pump systems–A regional analysis, Renew. Energy 35 (1) (2010) 122–127.
[5] M. Song, S. Deng, C. Dang, N. Mao, Z. Wang, Review on improvement for air source heat pump units during frosting and defrosting, Appl. Energy 1 (211) (2018) 1150–1170.
[6] Y. Yao, Y.Q. Jiang, S.M. Deng, Z.L. Ma, A study on the performance of the airside heat exchanger under frosting in an ASHP water heater/chiller unit, Int. J. Heat Mass Tran. 47 (2004) 3745–3756.
[7] F. Kienzle, G. Andersson, A greenfield approach to the future supply of multiple energy carriers, in: 2009 IEEE Power Energy Soc. Gen. Meet. PES '09, 2009, pp. 1–8, 10.1109/ PES.2009.5275692.
[8] Cluj-Napoca Municipality. "Strategia de Dezvoltare Durabilă a Municipiului Cluj-Napoca".
[9] Xiaoxue Kou, Ruzhu Wang, DeCarbon, journal homepage: www.sciencedirect.com/journal/decarbon.
[10] H. Yan, C. Zhang, Z. Shao, M. Kraft, R. Wang, The underestimated role of the heat pump in achieving China's goal of carbon neutrality by 2060, Engineering (2022), https://doi.org/10.1016/j.eng.2022.08.015. S2095809922007111.
[11] Exploring how the UK can meet the 2050 emission reduction target using the web-based 2050 Calculator [Online] Available https://www.gov.uk/2050- pathways-analysis.
[12] IEA 2021 Net Zero by 2050, A Roadmap for the Global Energy Sector (Paris: International Energy Agency)
[13] Kensby J, Trüschel A, Dalenb€ack J. Heat source shifting in buildings supplied by district heating and exhaust air heat pump. Energy Procedia 2017;116:470e80.
[14] M. Geidl, G. Koeppel, P. Favre-Perrod, B. Klockl, G. Andersson, K. Frohlich, "Energy hubs for the future," iEEE Trans. POlVer and Energy Magazine, vol. 5, no. I , pp. 24-30,2007.
[15] M. Geidl, G. Andersson, "Optimal power flow of multiple energy carriers," iEEE Trans. Power Systems, vol. 22, no.l, pp. 145-155,2007.
[16] M. Arnold, G. Andersson, "Modeling and optimization of renewable; applying the energy hub approach," in Proc. 2010 iEEE POlVer and Energy Society General Meeting Conf, pp. 1-8.
[17] Kontu K, Rinne S, Junnila S. Introducing modern heat pumps to existing district heating systems - global lessons from viable decarbonizing of district heating in Finland. Energy 2019;166:862e70.
[18] Spadoni L, Pona L, Magon M. Geothermal heat pump for A2A district heating service in Milan (Italy). In: European geothermal congress, Pisa, Italy; 2013.
[19] Friotherm. Energy from sewage water - district heating and district cooling in Sandvika, with 2 Unitop 28C heat pumps [Online].
[20] Lindahl M, Gustafsson O, Markusson C, Haglund Stignor C. Hybrid heat pumps in combination with district heating. In: 12th IEA heat pump conference, Rotterdam; 2017.
[21] M. Schuzle, L. Friedrich, M. Gautschi, " Modeling and optimization of renewable: applying the energy hub approach, in Proc. 2008 iEEE Sustainable Energy Technology Conf, pp. 83-88.
[22] https://app.npro.energy/en.
[23] MC001-2022 Metodologie de calcul al performanței energetice a clădirilor.

CERCETĂRI PRIVIND DETERMINAREA CONDUCTIVITĂȚII ELECTRICE PENTRU DIFERITE EŞANTIOANE DE APE POTABILE

Autori
Florin-Andrei GODICI[1], Amelin Alexandru TARȚA[2]
[1]*Facultatea de Inginerie a Instalațiilor, Universitatea Tehnică Cluj-Napoca,andreigodici5@gmail.com*
[2]*Facultatea de Inginerie a Instalațiilor, Universitatea Tehnică Cluj-Napoca,amelintarta@gmail.com*

Îndrumător
Conf. Dr. Ing. Dana-Adriana ILUȚIU-VARVARA[1]
[1]*Facultatea de Inginerie a Instalațiilor, Universitatea Tehnică Cluj-Napoca,Dana.Adriana.Varvara@insta.utcluj.ro*

REZUMAT: *Conductivitatea electrică reprezintă o măsură a curentului produs de ionii prezenți în apă (purtători de sarcină de ordinul al II-lea). În prezenta lucrare, conductivitatea electrică a apei s-a determinat pe baza metodei conductometrice. Cercetările experimentale privind determinarea conductivității electrice s-au realizat pe diferite tipuri de ape (ape de izvor, ape îmbuteliate fără precizarea conductivității electrice și ape provenite din rețeaua de distribuție).*

Cuvinte cheie: Calitatea apei, conductivitatea apei, ape potabile, ape provenite din rețelele de distribuție, conductivitatea electrică.

1.Introducere

Cum avem nevoie de aer ca să trăim, în același mod avem nevoie și de apă. Pe lângă faptul că ea ajută la transferul substanțelor nutritive importante în corpul nostru, un alt rol al apei este acela de a elimina toxinele din organism. Este de ajuns să pierdem 10% din apă din organismul nostru pentru ca sângele să nu mai poată circula normal, cu consecințe nefaste pentru organism [1]. Acesta este unul dintre motivele pentru care ni se recomandă să consumăm între 1,5 și 2 litri de apă zilnic.

Multe organe importante din corpul nostru conțin o cantitate destul de mare de apă – creierul are într-o proporție de 83%, plămânii 85%, ochii 95% și inima 75%. E de la sine înțeles că apa are un rol esențial în funcționarea acestora și dacă ne hidratăm corespunzător atunci și ele funcționează așa cum trebuie.

Conductivitatea electrică depinde de:

- concentrația ionilor;
- natura ionilor;
- temperatura apei;
- vâscozitatea apei[2].

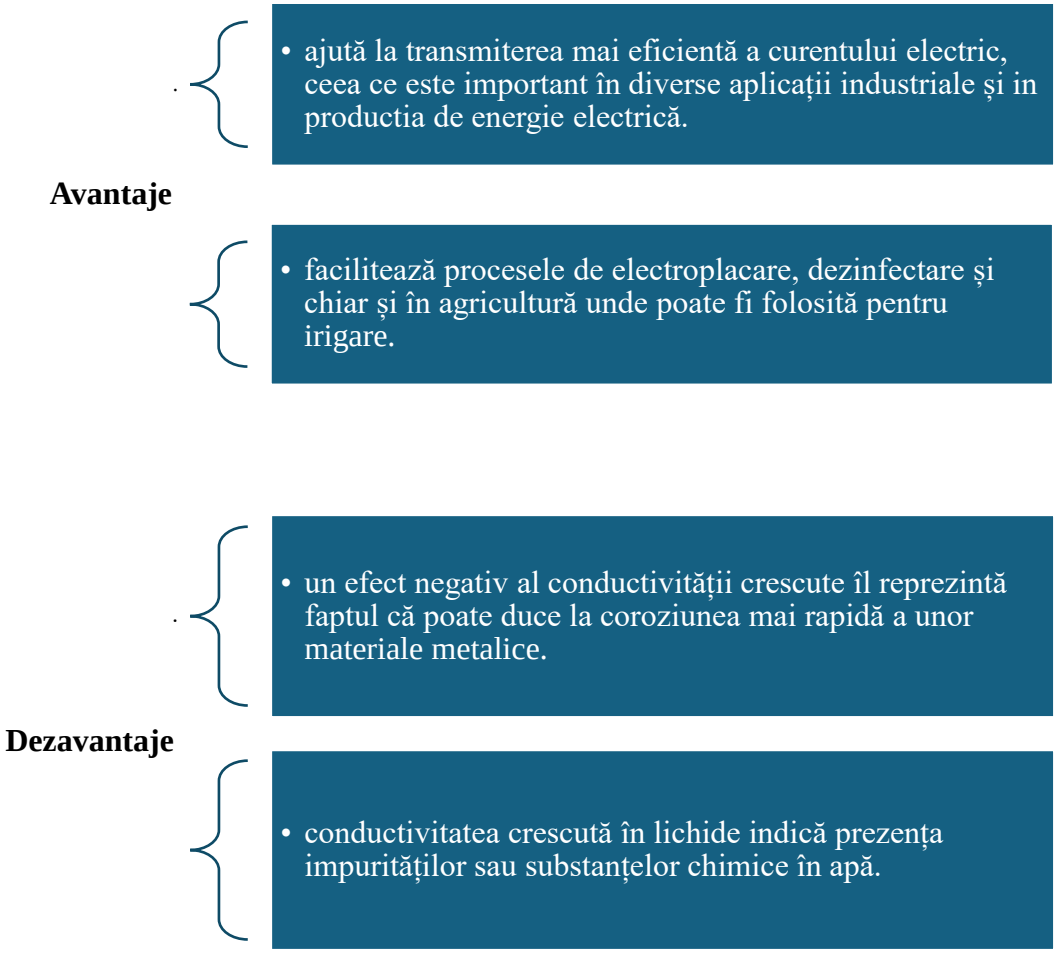
Conductivitatea apei este măsurată în laborator cu aparate numite conductometre.

Conductivitatea electrică are ca unitate de măsură Siemens pe metru (S/m) și submultiplii ai acestuia.

În România, apa potabilă a fost definită și reglementată prin Legea nr. 458 din 8 iulie 2002, privind calitatea apei potabile, completată și modificată prin Legea nr. 311 din 28 iunie 2004,

care a fost abrogată de Legea nr. 96/2024 pentru aprobarea Ordonanței Guvernului nr. 7/2023 privind calitatea apei destinate consumului uman [3].

În figura 1 sunt prezentate avantajele și dezavantajele conductivității crescute ale apei potabile.



În Figura 1. Avantajele și dezavantajele conductivității crescute ale apei potabile.

În Tabelul 1 sunt prezentate valori ale conductivității electrice pentru diferite tipuri de ape.

Tabelul 1. Valori ale conductivității electrice pentru diferite tipuri de ape [4].

Parametrul de calitate al apei	**Valori optime ale conductivității electrice ale apei [µS/cm] la 20^{0}C**	**Valoarea maximă admisă pentru conductivitatea electrică a apei [µS/cm] la 20^{0}C**
Conductivitatea electrică a apei	<1000	2500

În Tabelul 2 sunt prezentate caracteristicile apelor îmbuteliate în funcție de valoarea conductivității electrice.

Tabelul 2.Valori ale conductivității electrice pentru diferite tipuri de ape [5].

Nr. Crt.	**Tipul apei**	**Valori ale conductivității electrice ale apei [µS/cm]**	**Culoare capac**
1.	Ape oligo-minerale slabe (ape plate)	51-200	Albă
2.	Ape oligo-minerale medii (ape de izvor)	201-1000	Albastră
3.	Ape minerale	1001-2500	Verde
4.	Ape minerale forte (ape minerale medicinale)	>2501	Mov

2.Materiale si metode.

Au fost prelevate un număr total de cincisprezece probe de apă, care au fost supuse caracterizării în ceea ce privește concentrația totală a sărurilor dizolvate. Probele de apă provenite din diverse rețele de distribuție sunt: rețeaua Dej, rețeaua Figa, rețeaua Figa (filtru), rețeaua Figa (fără filtru), rețeaua Alba Iulia și Cămin Cluj. În plus, probele de apă prelevate din ape îmbuteliate sunt: PROXI, F6 Mostiștea, Codrii Vlăsiei, F6 Aqua și Aqualina. Nu în ultimul rând, probele de apă prelevate din izvoare sunt: Avram Iancu, Gara Dej 1 Mai, Sf. Ion, Bărăbant și Daia Română.

În Figura 2 se regăsește proveniența probelor de apă.

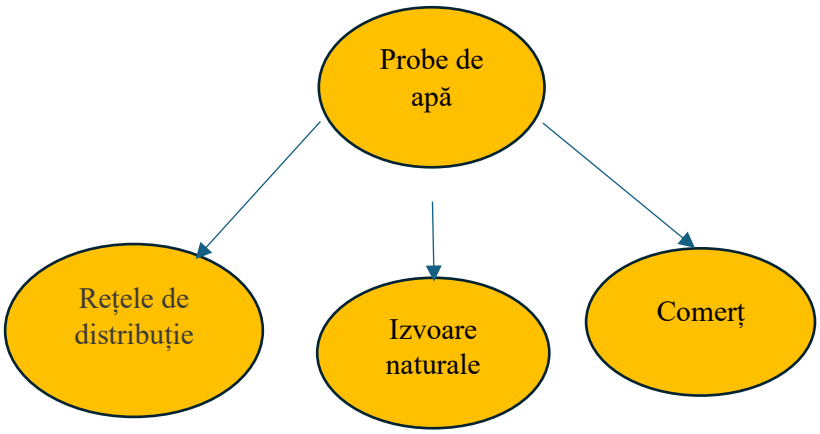


Figura 2. Proveniența probelor de ape supuse determinărilor experimentale.

În Figura 3 se regăsește proveniența exactă a probelor de apă recoltate din diverse magazine din comerț.

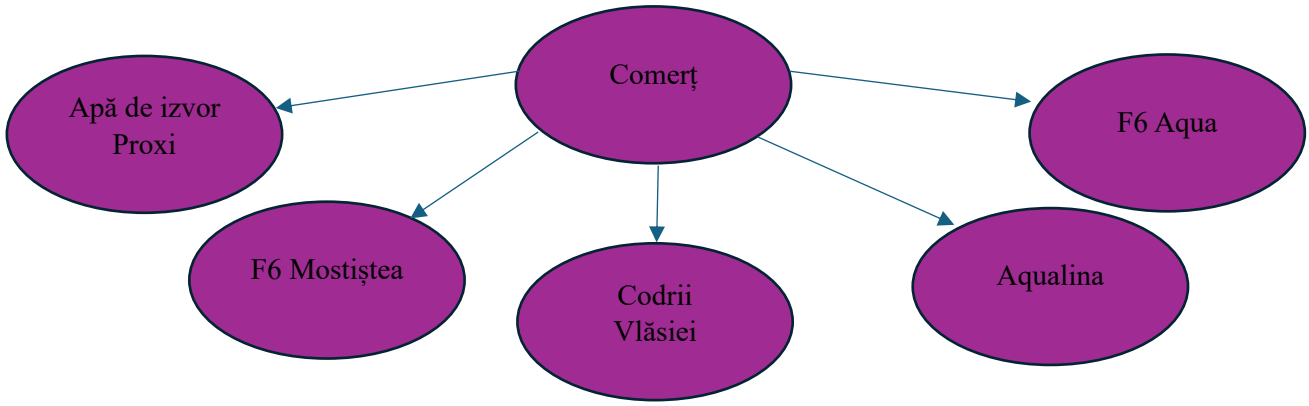


Figura 3. Proveniența probelor de apă prelevate din diverse magazine din comerț

În Figura 4 se regăsește proveniența probelor de apă prelevate din izvoare naturale din diverse localități

.

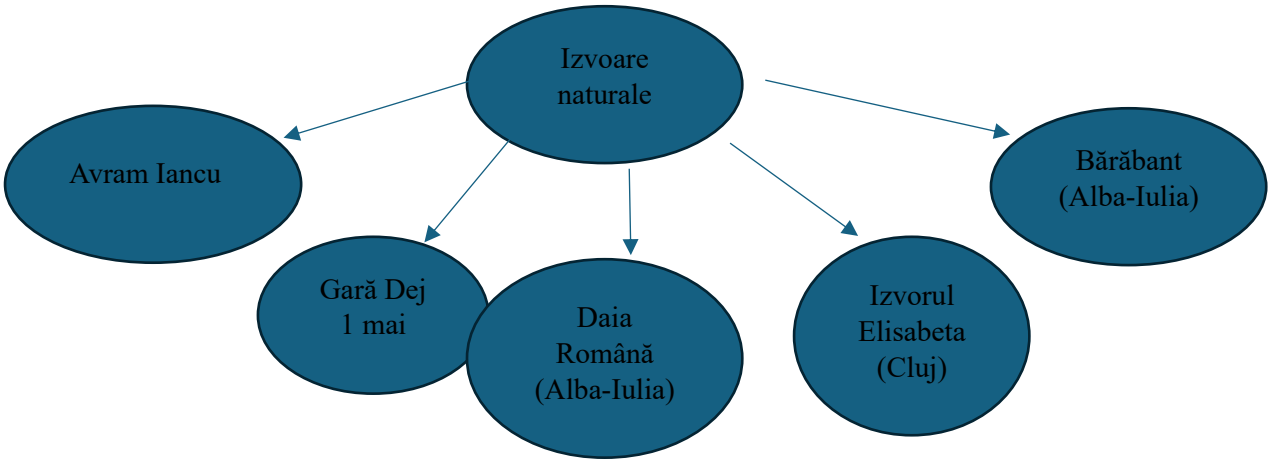


Figura.4. Proveniența probelor de apă din izvoare naturale.

În Figura 5 se regăsesc rețele de distribuție de la care au fost prelevate probele de apa supuse analizei concentrațiilor ionilor de magneziu.

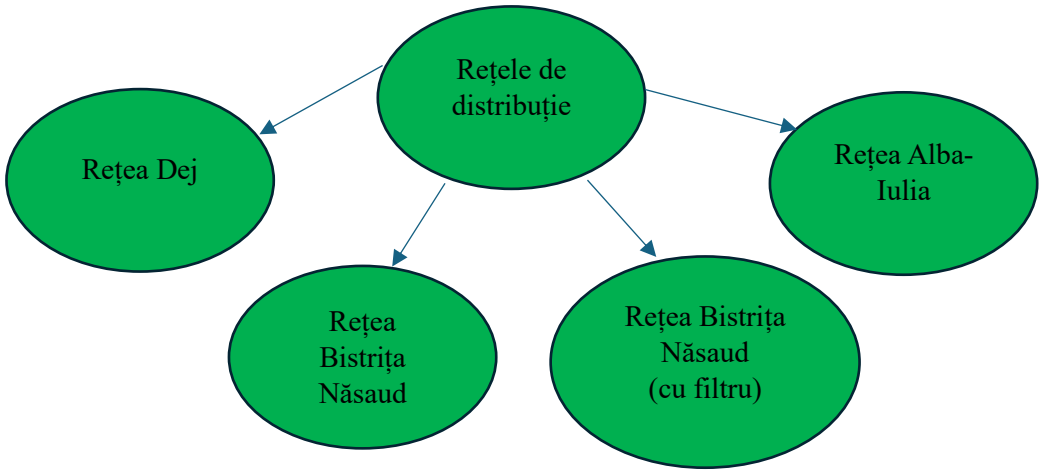


Figura 5. Proveniența probelor de apă prelevate din diverse rețele de distribuție.

Determinarea conductivității electrice a unei probe de apă se bazează pe proprietatea unei soluții apoase de a conduce curentul electric. Determinarea conductivitatii se realizeaza prin metoda conductometrica. Metoda respectă standardul european EN 27888:1997.[4]

3.Rezultate si discuții.

În Figura 6. Se prezintă rezultatele obținute privind determinarea conductivității electrice a probelor de apă recoltate din diverse supermarketuri.

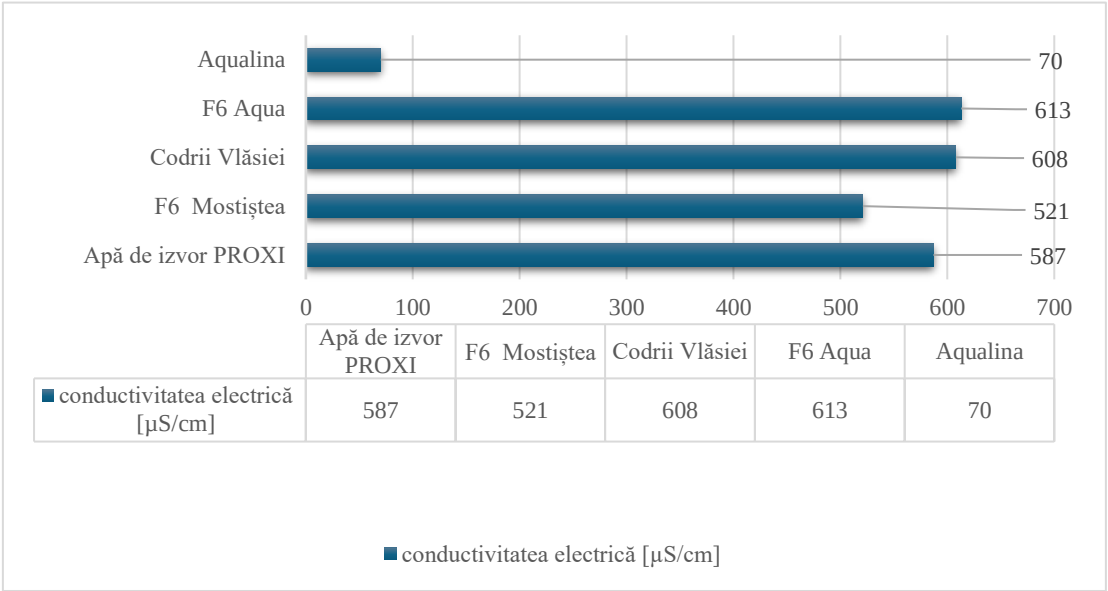


Figura 6. Rezultatele obtinute experimental privind determinarea conductivității electrice pentru probele de apă prelevate din supermarketuri.

În figura 6, în urma analizei rezultatelor obținute, se poate observa faptul că avem o probă de apă oligo minerală slabă (capac alb) aceasta fiind (Aqualina), iar restul probelor sunt încadrate în tipul apelor oligo-minerale medii (capac albastru).

În figura 7. Se prezintă rezultatele obținute privind determinarea conductivității electrice a probelor de ape provenite din rețea.

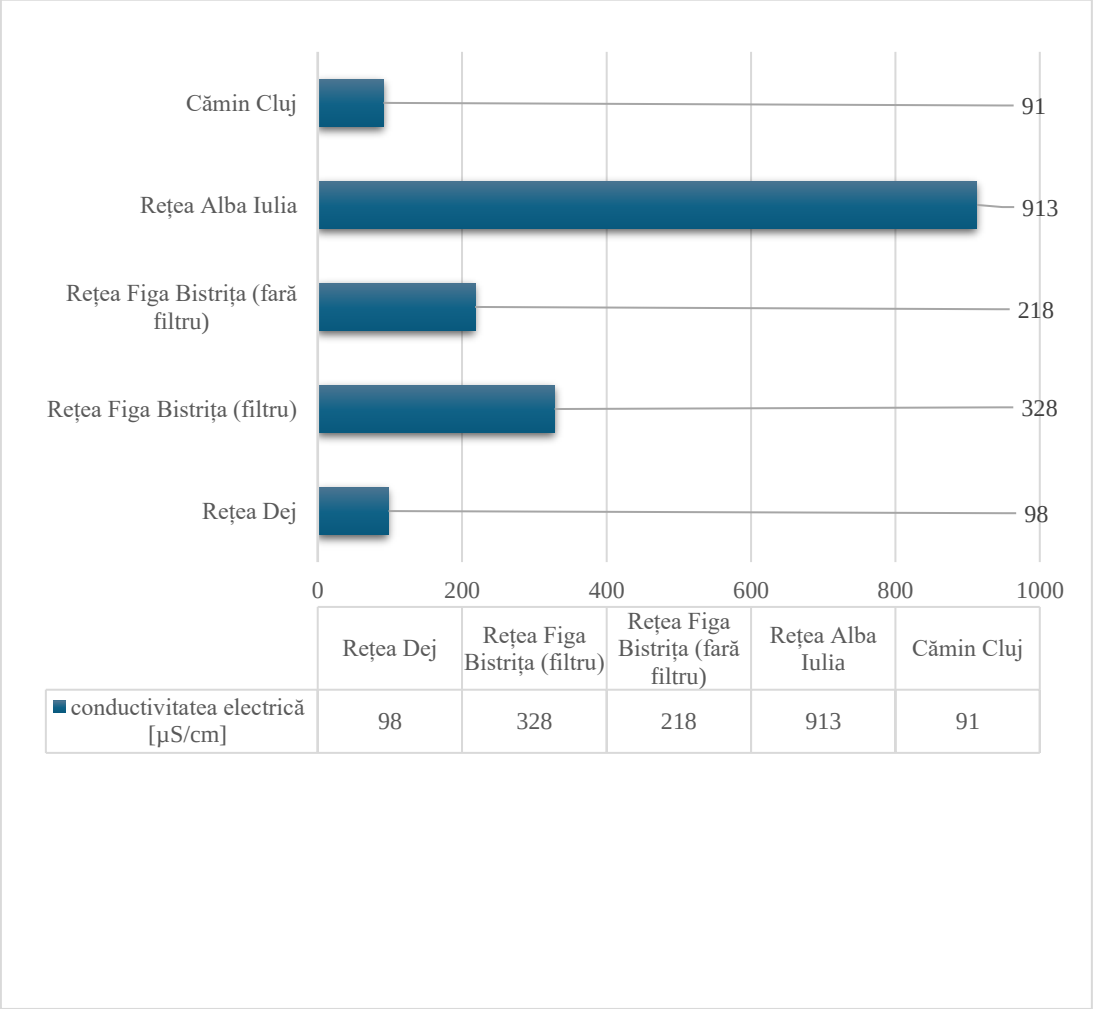


Figura 7. Rezultatele obținute privind determinarea conductivității electrice a probelor de ape prelevate din diferite retele de distribuție.

În figura 7 se observă prezența a două probe de ape oligominerale slabe (capac alb), provenind din căminul studențesc și din rețeaua din Dej, în timp ce celelalte probe sunt clasificate ca fiind ape oligo-minerale medii (capac albastru).

În figura 8. Se prezintă rezultatele obținute privind determinarea conductivității electrice a probelor de ape prelevate din diferite izvoare.

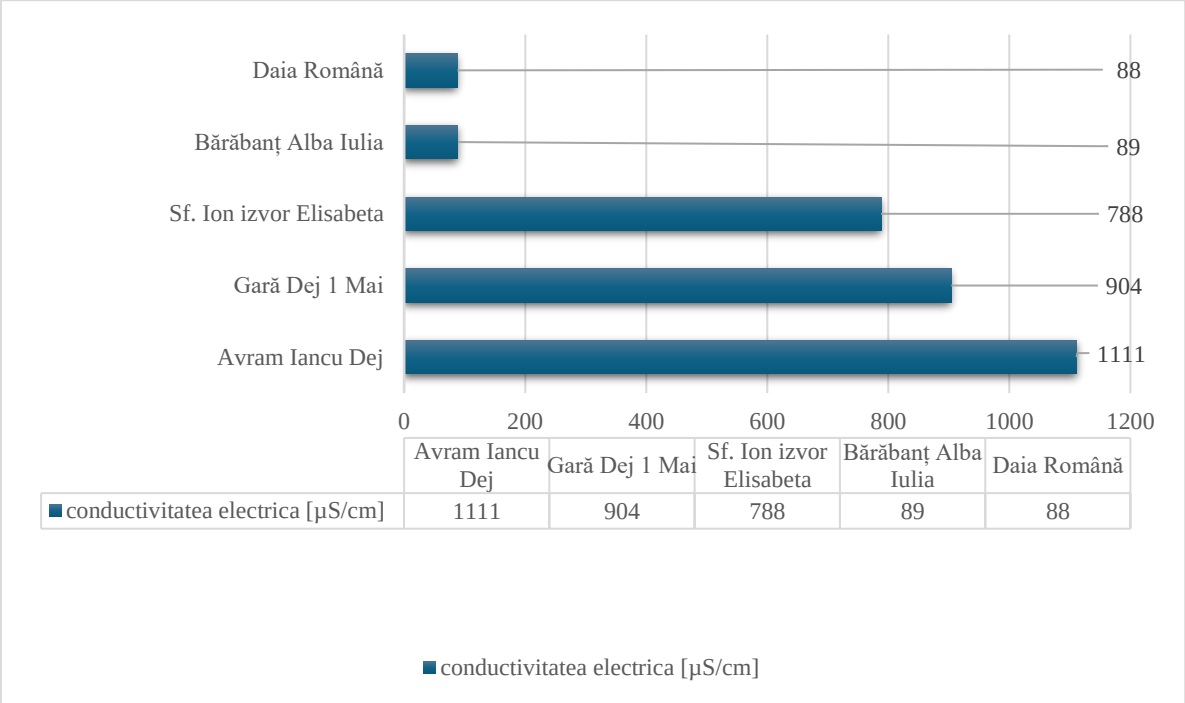


Figura 8. Rezultatele obținute privind determinarea conductivității electrice a probelor de ape prelevate din diferite izvoare.

În figura 8 s-au determinat probe de apă care se încadrează în tipul apelor oligo-minerale slabe cum ar fi cele care provin din Alba-Iulia (capac alb), iar cele care provin din izvoarele Elisabeta și 1 Mai sunt încadrate la tipul apelor oligo-minerale medii (capac albastru). Cu toate acestea proba de apă care provine din izvorul Avram Iancu este încadrată in tipul apelor minerale (capac verde).

În ceea ce privește conductivitatea electrică în cazul probelor de apă prezentate (în figura 5) se poate observa faptul că acestea prezintă o conductivitate electrică medie, iar excepția de la acest caz o face proba de apă (AQUALINA) care prezintă o conductivitate electrică de cinci ori mai scăzută. Cu toate acestea în cazul probelor de apă provenite din rețeaua de distribuție (figura 6) se poate observa că probele provenite din căminul studențesc din Cluj-Napoca și din Dej au o conductivitate electrică scăzută pe când cea din Alba Iulia are o conductivitate electrică de aproximativ zece ori mai mare. Nu în ultimul rând, probele de apă provenite din izvoarele a celor 3 localități (figura 7) prezintă totodată atât valori crescute ale conductivității electrice cum ar fi cele provenite din (Dej, Cluj-Napoca), dar și scăzute cum se poate observa în cazul izvoarelor din Alba Iulia.

4.Concluzii

Conductivitatea electrică a apei, se exprima în Siemens pe metru (S/m). Aceasta este esențială pentru evaluarea calității apei, reflectând concentrația și natura ionilor prezenți. Studiul a demonstrat variații semnificative în funcție de sursa apei: apa din rețelele de distribuție, ape din izvoare naturale și ape provenite din comerț. Astfel, au arătat valori diferite ale conductivității, influențate de prezența electroliților. Probele de apă oligo-minerală, medie și

minerală au evidențiat necesitatea monitorizări și reducerea concentrațiilor pentru a asigura standardele de potabilitate. Aceste măsurători sunt realizate la 20 [°C] folosind conductometre, conform rezultatelor obținute, valorile conductivității electrice ale probelor de apă, au înregistrat variații semnificative în standardele europene, evidențiind importanța menținerii unei calități adecvate a apei pentru sănătatea publică.

BIBLIOGRAFIE

1. Iluțiu – Varvara, D. A. - *"Chimie aplicată". Editura U.T. PRESS, Cluj -Napoca, 2023.*
2. *Real-time monitoring and operational control of drinking-water systems* / edited by Vicenç Puig [et al.] Cham, Switzerland : Springer International Publishing, 2017.Acceset la data de 21 aprilie 2024.
3. Government of Canada, *Publications-Healthy Living.* Accesat la data de 21 Aprilie 2024.
4. *Norme de tehnica securităţii muncii în alimentări cu apă şi canalizări şi în indiguiri, desecări şi irigaţii*, Bucureşti Editura Tehnică, 1966. Accesat la data de 21 Aprilie 2024.
5. *Legea nr. 96/2024 pentru aprobarea Ordonanței Guvernului nr. 7/2023 privind calitatea apei destinate consumului uman*
6. Norma tehnică de metrologie NTM 4-117-82 : *verificarea metrologică a adaptorului pentru detectorul de O2 în apă*, Bucureşti : Editura Tehnică, 1983. Accesat la data de 21 Aprilie 2024.
7. *Normative privind proiectarea şi executarea instalaţiilor de apă şi canalizare : I 9-2022 : normativ privind proiectarea, execuţia şi exploatarea instalaţiilor sanitare aferente clădirilor Bucureşti :* Matrix Rom, 2023. Accesat la data de 21 Aprilie 2024.

CERCETĂRI PRIVIND DETERMINAREA DURITĂȚII CALCIULUI PENTRU DIFERITE EȘANTIOANE DE APE POTABILE

Autori

Șerban NĂSTASE[1], Ionuț-Flaviu TIMBUȘ[2]
[1]*Facultatea de Inginerie a Instalațiilor, Universitatea Tehnică Cluj-Napoca,*
serban591@gmail.com
[2]*Facultatea de Inginerie a Instalațiilor, Universitatea Tehnică Cluj-Napoca,*
flaviutim@gmail.com

Îndrumător
Conf. Dr. Ing. Dana-Adriana ILUȚIU-VARVARA
Facultatea de Inginerie a Instalațiilor, Universitatea Tehnică Cluj-Napoca,
Dana.Adriana.Varvara@insta.utcluj.ro

REZUMAT: *Duritatea calciului reprezintă conținutul total de ioni de calciu dintr-un litru de apă corespunzător tuturor anionilor prezenți în apă (conținutul total de săruri de calciu dintr-un litru de apă). Determinarea durității calciului, pentru diferite eșantioane de apă, s-a realizat utilizând metoda colorimetrică. Determinările experimentale privind duritatea de calciu au vizat diverse tipuri de ape (ape de izvor, ape îmbuteliate fără precizarea durității de calciu și ape provenite din rețeaua de distribuție). În lipsa unei concentrații maxim admisibile privind concentrația ionilor de calciu din apele potabile, rezultatele experimentale din prezentul studiu nu au putut fi comparate. Legea 96 din 12 aprilie 2024, pentru aprobarea Ordonanței nr. 7 din 18 ianuarie 2023 nu prevede o concentrație maxim admisibilă pentru ionii de calciu din apele potabile.*

Cuvinte cheie: Calitatea apei, duritatea calciului, ape potabile, izvoare naturale, ioni de calciu.

1. Introducere

Apa potabilă este una dintre resursele cele mai esențiale pentru supraviețuirea umană. În plus față de hidratare, conținutul său mineral poate avea efecte semnificative asupra sănătății. Printre aceste minerale, calciul ocupă un loc deosebit de important, fiind implicat într-o varietate de procese fiziologice, cum ar fi contracțiile musculare, metabolismul energetic și funcția cardiacă. Acest lucru face ca nivelul adecvat al calciului în apa potabilă să fie esențial pentru menținerea unei stări optime de sănătate [1].

Calciul este un component regăsit în mod natural în apele din natură și constituentele sale, împreună cu magneziul determină duritatea totală a unei ape. În apele potabile este considerat un nutrient mineral natural. Duritatea calciului este dată de totalitatea sărurilor de calciu care se găsesc dizolvate în apă [1].

Din categoria acestor săruri fac parte [2]:

- bicarbonatul de calciu, cu formula chimică ($Ca(HCO_3)_2$);

- clorura de calciu, cu formula chimică ($CaCl_2$);
- azotatul de calciu, cu formula chimică ($Ca(NO_3)_2$);
- sulfatul de calciu, cu formula chimică ($CaSO_4$).

În Figura 1 sunt prezentate beneficiile prezenței calciului din apele potabile [1],[3],[4].

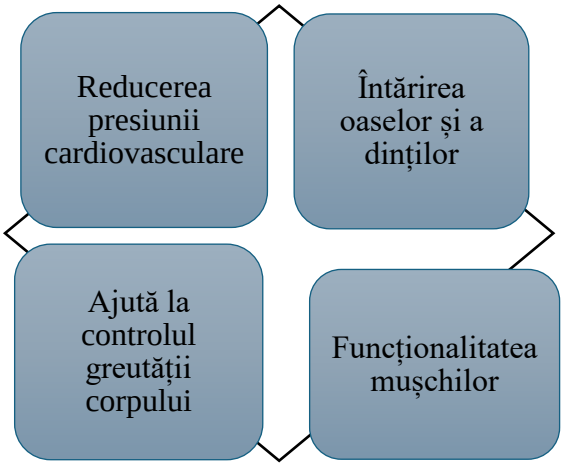


Figura 1. Beneficiile prezenței calciului în apele potabile.

Legea 458/2002, completată de Legea 311/2004 (privind calitatea apei potabile), au fost abrogate [6], [7]. Prin Legea 96 din 12 aprilie 2024 s-a aprobat Ordonanța nr.7 din 2023 [5]. Potrivit acestora nu se prevede o concentrație maxim admisibilă pentru ionii de calciu din apele potabile.

2. Materiale și metode

În Figura 2 se regăsește proveniența probelor de apă.

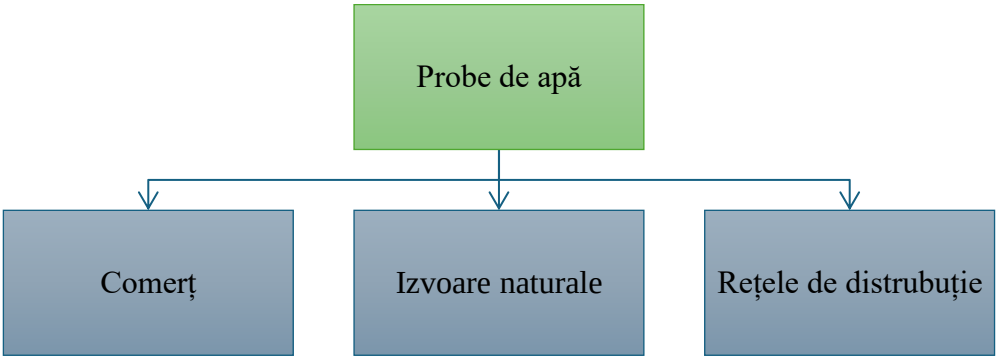


Figura 2. Proveniența probelor de a

În Figura 3 sunt prezentate rețelele de distribuție din județele de unde s-au prelevat probele de apă supuse caracterizării privind concentrația ionilor de calciu.

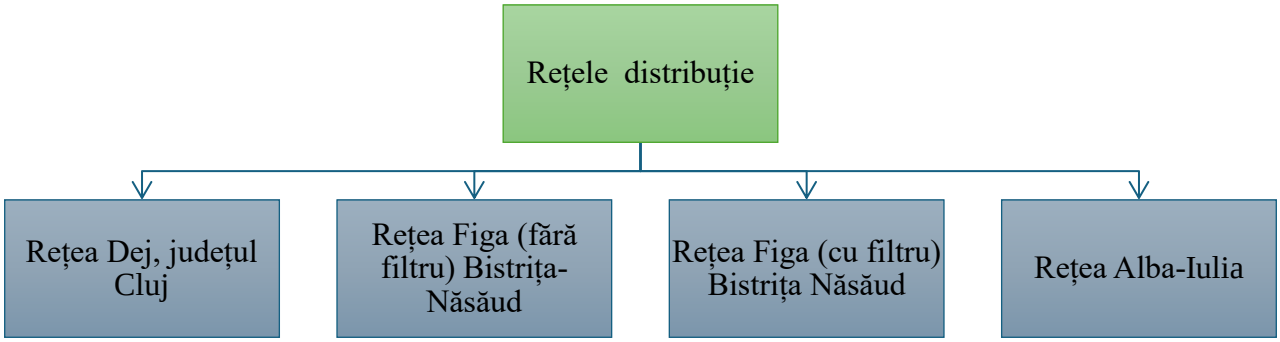


Figura 3. Proveniența probelor de apă prelevate din diverse rețele de distribuție

În Figura 4 se regăsește proveniența probelor de apă provenite din comerț.

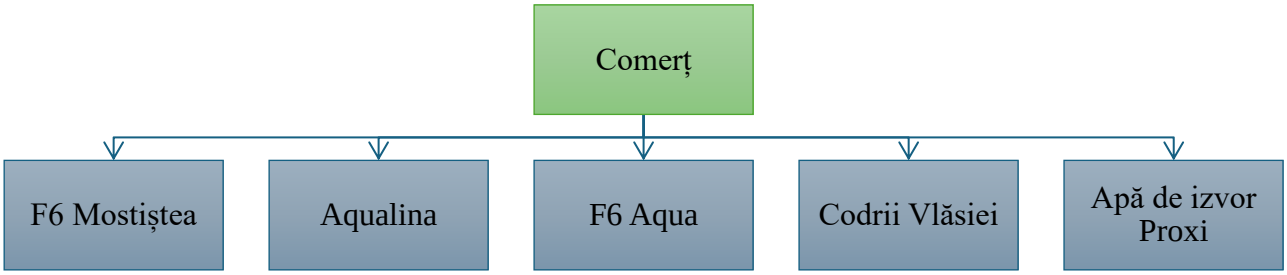


Figura 4. Proveniența probelor de apă prelevate din diverse magazine din comerț

În Figura 5 se regăsește proveniența probelor de apă prelevate din izvoare naturale.

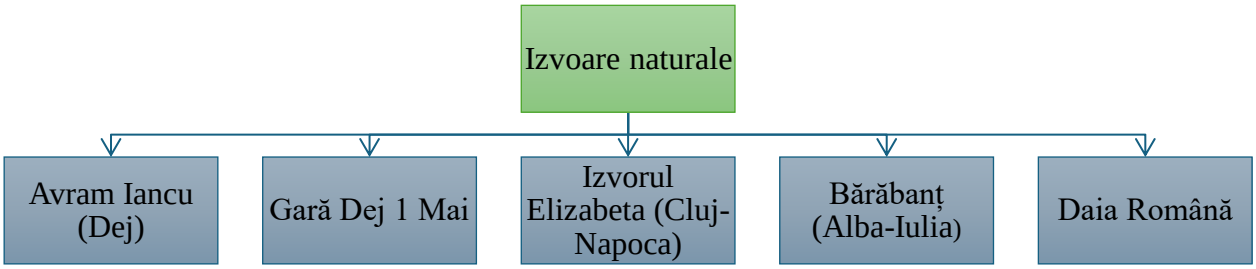


Figura 5. Proveniența probelor de apă din izvoare naturale.

Determinarea durității calciului se bazează pe adaptarea metodei "Standard de analiză a apelor naturale și reziduale", la metoda "Calmagit". Fotocolorimetrul permite determinarea concentrației calciului, pe baza culorii produse, astfel indicând concentrația ionilor de calciu în [mg/L]. Aparatura utilizată permite determinarea durității calciului în intervalul 0,00-2,70 [mg/L] duritate de calciu [2].

Pentru determinarea durității calciului (Ca) din probele de apă, s-au utilizat: reactiv (cod HI 93720A-0, indicator calciu și magneziu, cantitate 0,5ml), reactiv (cod HI 93720B-0, soluție bazică, cantitate 0,5ml), reactiv (cod HI 93720C-0, soluție EGTA (acid etilenglicoltetraacetic,

o pictură), fotocolorimetru de laborator (multiparametru de laborator), seriile C99 si C200, Hanna Instruments [2].

Determinările experimentale, privind duritatea calciului existentă în eșantioanele de ape analizate, nu au fost comparate cu concentrația maxim admisibilă de calciu. Acest lucru se datorează faptului că în legislația actuală, privind calitatea apei destinate consumului uman, nu este prevăzută o concentrație maxim admisibilă pentru ionii de calciu din apele potabile.

3. Rezultate și discuții

În Figura 6 sunt prezentate rezultatele privind concentrațiile ionilor de calciu existente în probele de apă prelevate din rețelele de distribuție ale apei.

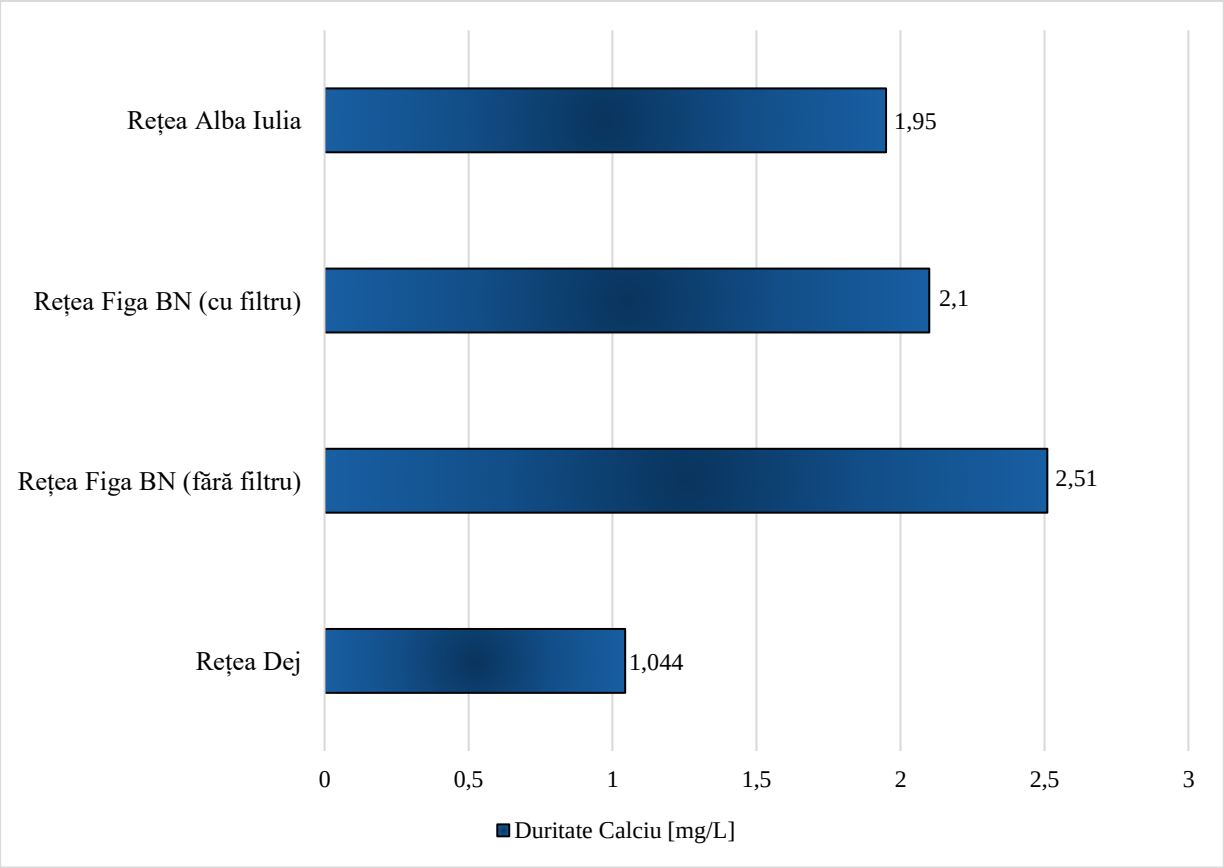


Figura 6. Rezultatele determinărilor experimentale pentru probele de apă prelevate din rețelele de apă.

În ceea ce privește rețelele de distribuție a apei, se poate observa faptul că rețeaua din Figa, Bistrița-Năsăud este cea mai bogată în ioni de calciu, de peste două ori față de minimul determinat, acesta fiind rețeaua de distribuție din Dej (județul Cluj).

În Figura 7 sunt prezentate rezultatele privind concentrațiile ionilor de calciu existente în probele de apă prelevate din comerț.

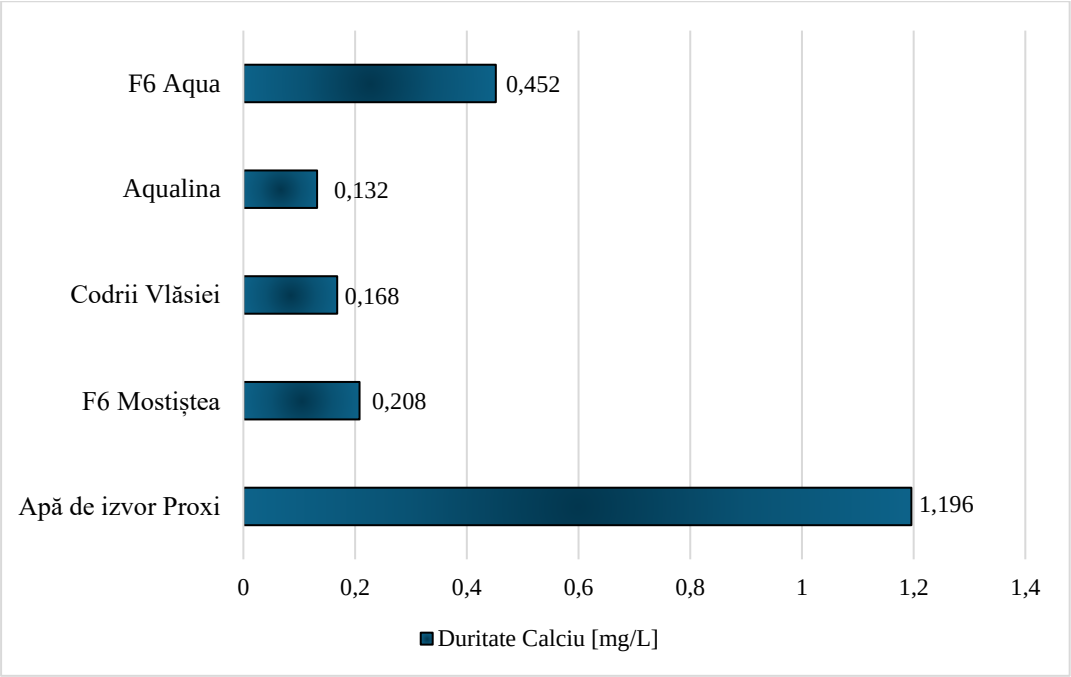


Figura 7. Rezultatele determinărilor experimentale pentru probele de apă prelevate din comerț.

Din analiza rezultatelor prezentate în Figura 7, cu o singură excepție, se confirmă faptul că nu există o diferență semnificativă între probele de apă prelevate din comerț, însă se poate observa faptul că apa de izvor Proxi este cu mult mai bogată în ioni de calciu față de restul apelor.

În Figura 8 sunt prezentate rezultatele privind concentrațiile ionilor de calciu existente în probele de apă prelevate din izvoare naturale.

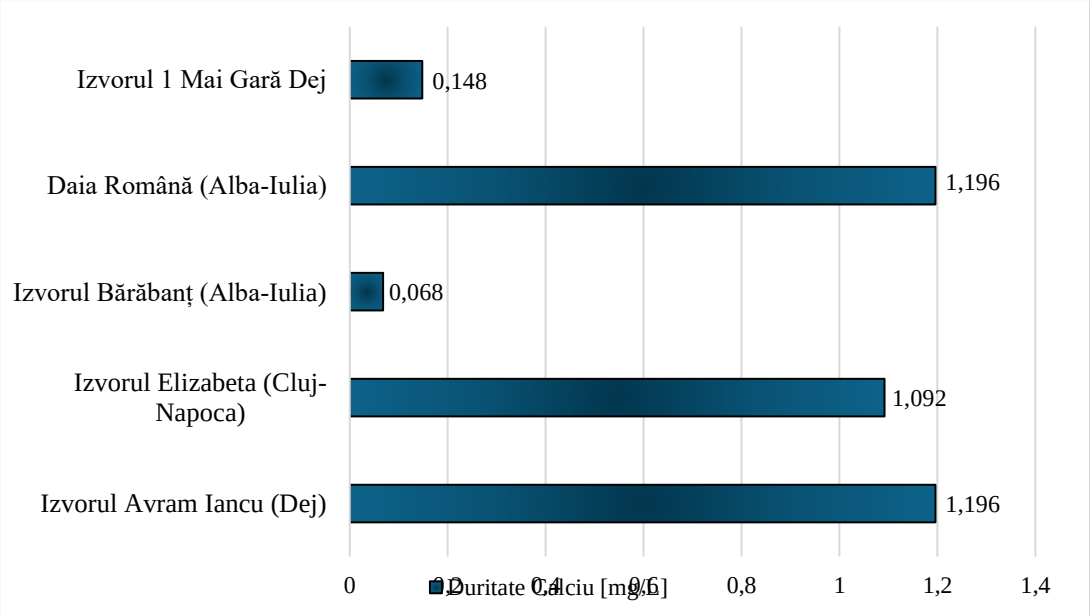


Figura 8. Rezultatele determinărilor experimentale pentru probele de apă prelevate din izvoarele naturale.

Determinările experimentale prezintă faptul că izvoarele naturale 1 Mai Gară Dej și Bărăbanț înregistrează rezultate similare, dar minime, pe când cele ca Elizabeta, Avram Iancu și Daia Română sunt la fel de similare, dar cu o concentrație mult mai ridicată a ionilor de calciu față de izvoarele menționate anterior.

4.Concluzii

Rezultatele privind determinările experimentale confirmă faptul că probele de apă cu proveniență din izvoare naturale și rețele de apă sunt cele mai bogate în concentrația ionilor de calciu, în special proba de apă provenită din rețeaua Figa (Bistrița-Năsăud). Pe de altă parte, probele de apă provenite din comerț sunt cele care sunt cele mai slabe în concentrația ionilor de calciu, în special apa Aqualina. Valorile sunt relevante pentru analiza comparativă a provenienței probelor de apă atunci când vine vorba de resursele acelui izvor, rezultatele experimentale determină proprietățile minerale ale calciului și calitatea apei prelevate din acel izvor. Un nou studiu care ar putea fi abordat după tema acestei lucrări ar putea fi eficiența sistemelor de tratare a apei. Acest studiu ar putea viza investigările diverselor tehnologii și metode folosite pentru tratarea apei dure. Se poate analiza eficacitatea diferitelor metode de îndepărtare a calciului și impactul lor asupra calității apei, a sănătății umane și asupra materialelor utilizate în domeniul ingineriei instalațiilor.

BIBLIOGRAFIE

1. Pop M.S., Cheregi D.C., Other A.N., *Exploring the Potential Benefits of Natural Calcium-Rich Mineral Waters for Health and Wellness: A Systematic Review*, 2023.
2. Iluțiu-Varvara, D.A., *Chimie aplicată,* Editura U.T. PRESS, Cluj-Napoca, 2023
3. Health Canada., *Calcium*, 1987.
4. Helte E., Säve-Söderbergh M., Other A.N., *Calcium and magnesium in drinking water and risk of myocardial infarction and stroke—a population-based cohort study*, 2023.
5. *Ordonanța nr.7,* 18 ianuarie 2023
6. *Legea 96/2024,* 12 aprilie 2024
7. *Legea 458/2002,* completată de *Legea 311/2004*

EVALUAREA EFICIENTEI ENERGETICE PENTRU UN SISTEM DE ILUMINAT AFERENT UNEI SALI DE SPECTACOLE

Autori
Teodor D. PĂUȘAN[1], Vasile F. CACIOR[2]
[1]*Facultatea de Inginerie a Instalațiilor, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, e-mail:dariuspausan_01@yahoo.com*
[2]*Facultatea de Inginerie a Instalațiilor, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, , e-mail:caciorvf@gmail.com*

Îndrumător
Conf.dr.ing. Călin Nicolae CIUGUDEANU
[3]*Facultatea de Inginerie a Instalațiilor, Universitatea Tehnica din Cluj-Napoca, , e-mail:calin.ciugudeanu@insta.utcluj.ro*

REZUMAT: *Eficacitatea energetică în traiul cotidian este o prioritate ca mijloc de dezvoltare economică și totodată utilizarea celei mai mici cantități de energie posibilă, pentru a obține satisfacția nevoilor noastre. Sistemul de iluminat pentru o sală de spectacol cuprinde o analiză detaliată a trei soluții diferite de iluminat. Prima soluție utilizând sisteme LED cu eficiență redusă, a doua soluție utilizând sisteme LED cu o eficiență mai mare, respectiv a treia soluție având implementat suplimentar un protocol de comunicare și control DALI. Pentru dimensionarea sistemului de iluminat s-au efectuat simulări cu ajutorul softului DIALux Evo 12.0. Realizarea unui sistem de iluminat cu surse LED căreia i se atribuie un protocol de comunicare și control DALI duce la obținerea unei soluții mai eficiente și mai flexibile. Cele trei sisteme de iluminat propuse au fost comparate din punct de vedere tehnico-economic.*

Cuvinte cheie: iluminat, DALI, LED, energie, eficiență energetică.

Introducere

Lumina, cea pe care o știm cu toții, lumina naturală are un impact major în viața noastră și a tot ce ne înconjoară. Aceasta ne influențează atât starea de spirit cât și modul în care privim lucrurile. Lumina poate fi privită ca un sistem singular unde lumina artificială completează și sprijină lumina naturală pentru a maximiza oportunitatea de a ne bucura de ambianța pe tot parcursul zilei, respectând schimbările naturale zilnice și ritmurile vieții noastre.
Atunci când vorbim despre concerte, săli de spectacol, lumina artificială are un rol important în crearea unei atmosfere cât mai plăcute și poate aduce un plus conținutului. În sălile de spectacol, de obicei, sunt folosite lumini statice cât și dinamice, mașini de efecte cu lumini, lasere și sisteme LED.

1. Avantajele sistemelor de iluminat utilizând surse LED

Un LED este o sursă de lumină mică, de cele mai multe ori, însoțită de un circuit electric ce permite modularea formei radiației luminoase. De cele mai multe ori, acestea sunt utilizate ca indicatori în cadrul dispozitivelor electronice, dar din ce în ce mai mult au început să fie utilizate în aplicații de putere ca surse de iluminare. Avantajele acestora sunt:

- ✓ Durata de viață a unei diode luminiscente LED este de 50.000 de ore, dar poate ajunge la 100.000 de ore, în funcție de felul în care este utilizată. Astfel un profil LED poate funcționa fără nicio intervenție între 6 și 12 ani, adică de 50-100 de ori mai mult decât un sistem convențional de iluminat cu incandescenta [1].

- ✓ Dacă toate corpurile de iluminat dintr-un birou ar fi înlocuite cu corpuri de iluminat LED, economia de energie electrică va fi de 60-70%, dar ar putea urca chiar și la 90%, în funcție de corpurile de iluminat LED alese și de corpurile de iluminat care sunt înlocuite [1].

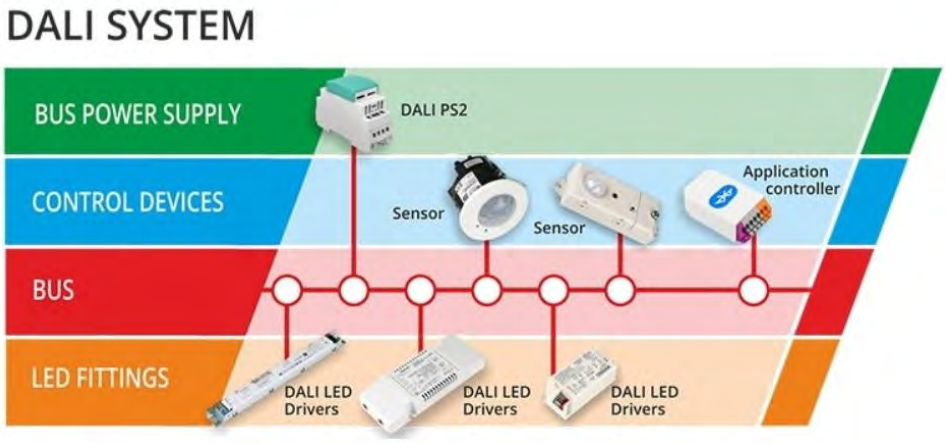


Fig. 1 - Grafica sistem DALI [2]

- ✓ Luminile LED consumă mult mai puțină energie decât luminile tradiționale. Aduc aceeași intensitate de iluminare folosind de 5-8 ori mai puțină energie decât becurile incandescente. În general, energia unui bec incandescent este convertită în căldură mai degrabă decât în lumină. Ca rezultat, o energie semnificativă este irosită ca pierdere a sistemului. Dar în cazul LED, cea mai mare parte a energiei se transformă în lumină cu pierderi minime. Astfel, sunt eficiente din punct de vedere energetic și economisesc bani [1].
- ✓ Iluminarea neuniformă creează o iluminare neuniformă care provoacă oboseală vizuală și afectează performanța sarcinii. Și pentru a rezolva aceste probleme, LED-urile sunt opțiuni excelente de iluminare. Acestea creează o iluminare uniformă care contribuie la un confort vizual ridicat și permite flexibilitate în îndeplinirea sarcinilor [1].
- ✓ Rezistență la impact și temperatură – spre deosebire de iluminatul tradițional, avantajul iluminatului cu lustre LED este că ele nu conțin filamente sau elemente de sticlă, care sunt foarte sensibile la lovituri și impact. De obicei, în construcția de lustre cu LED-uri de înaltă calitate, se folosesc piese din plastic și aluminiu de înaltă calitate, ceea ce face ca LED-urile să fie mai durabile și mai rezistente la temperaturi scăzute și vibrații [1].
- ✓ Ecologie – avantajul iluminării cu LED este, de asemenea, faptul că LED-urile nu conțin materiale toxice precum mercur și alte metale periculoase pentru mediu, spre deosebire de lămpile economice și sunt 100% reciclabile, ceea ce ajută la reducerea de emisii de dioxid de carbon. LED-urile conțin compuși chimici responsabili de culoarea luminii sale (fosfor), care nu sunt dăunători mediului [1].

2. Iluminarea unei săli de spectacol – studiu de caz

Studiul a fost realizat pentru o sală de spectacol care are dimensiunile de 36 x 21 x 3,5 m, cu o capacitate de 494 de locuri și având o suprafață de 756 m^2.

După verificarea standardului SR EN 12464, s-au stabilit parametri luminotehnici aferenți unei săli de spectacole: iluminare medie de minim 300 lx, UGR maxim 25 și o uniformitate de minim 0,4 pentru zona scenică. Pentru zona în care se află publicul, avem iluminarea medie de minim 200 lx, UGR maxim 22 cu o uniformitate de 0,5 [4].

Tabelul 1. Cerințe fotometrice pentru cinematografe/Săli de spectacole [4].

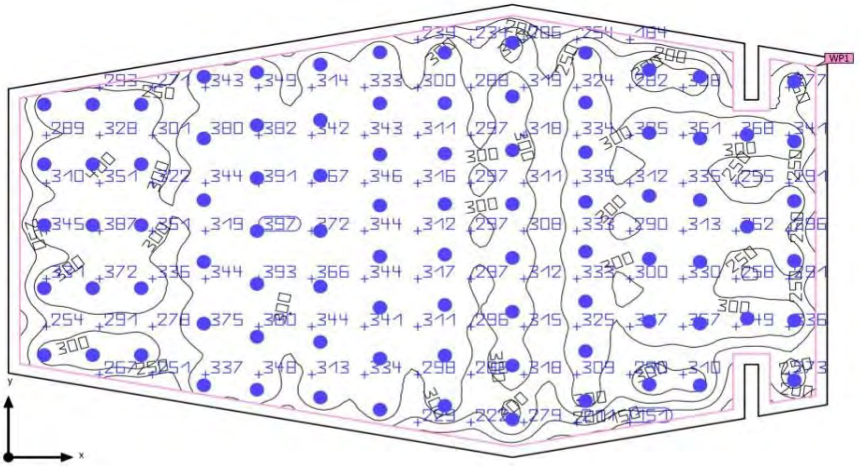
Ref. No.	Tip de cameră, sarcină sau activitate	E_m lx	UGR_L -	U_0 -	R_a -	Note
30.1	Săli de practică	300	22	0,60	80	-
30.2	Vestiar	300	22	0,60	90	Lumina de la măsuța de machiaj trebuie să fie fără reflexie
30.3	Zona publicului – întreținere/curățenie	200	22	0,50	80	Iluminarea la nivelul podelei
30.4	Zona scenei	300	25	0,40	80	Iluminarea la nivelul podelei

Simulările au fost realizate cu programul DIALux Evo, versiunea 12.0. Au fost propuse trei sisteme de iluminat LED.

Primul sistem, utilizând aparate de iluminat ONDA2 A AV D590 LED 3000-830 LDE WH [STD], este alcătuit din aparate de iluminat LED de 41,4 W, cu un flux luminos de 2820 de lm, de formă rotundă, încastrate în tavan.

Al doilea sistem, utilizând aparate de iluminat MIRL LAY LED 2800-830 M600L WB EVG KA [STD], este format din aparate de iluminat de 18 W, cu un flux luminos de 2700 de lumeni, de formă dreptunghiulară, încastrate în tavan.

Al treilea sistem și ultimul, utilizând aparate de iluminat MIRL LAY LED 2800-830 M600L LDO KA [STD], este compus din aparate de iluminat de 17,4 W, cu un flux luminos de 2700 lm de lumeni, de formă dreptunghiulară, încastrate în tavan, echipate cu protocol de comunicare și control DALI. (Digital Addressable Lighting Interface). Eficacitatea primului sistem este mult mai slab față de al treilea sistem, primul având 68 lm/W și ultimul sistem echipat cu protocol de comunicare și control DALI având 155 lm/W.



Rezultate

Fig. 2 – Sistem de iluminat 1

	Mărime	Calculat	Nominal	Conform	Index
Plan util	$\bar{E}_{perpendicular}$	314 lx	≥ 300 lx	✓	WP1
	U_o (g_1)	0.43	≥ 0.40	✓	WP1
	Valoare specifică de racord	6.43 W/m²/100 lx	–		
		2.05 W/m²/100 lx	–		
Evaluarea orbirii[1]	$R_{UG,max}$	20	≤ 25	✓	
Mărimi de consum[2]	Consum	9108 kWh/a	max. 21800 kWh/a	✓	
Spațiu	Valoare specifică de racord	5.86 W/m²/100 lx	–		
		1.87 W/m²/100 lx	–		

Fig. 3 – Rezultatul calculelor pentru sistemul de iluminat 1

Conform standardului SR EN 12464, pentru o sală de spectacole/repetiții este nevoie de un grad de iluminare de 300 lx, cu o uniformitate de 0,4. Sistemul de iluminat proiectat nu are posibilitatea de control sau dimare, valorile vor rămâne la fel, indiferent de necesitatea activităților desfășurate în încăpere.

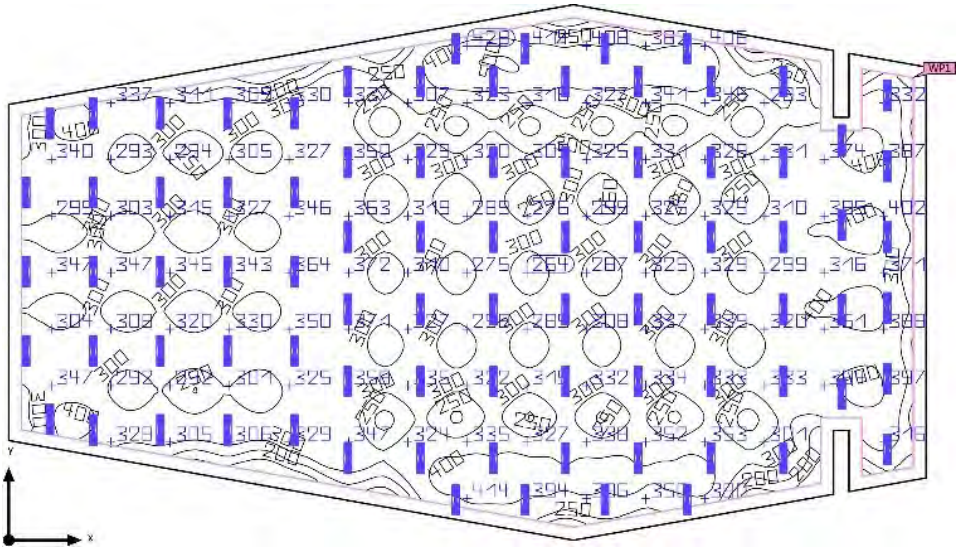


Fig. 4 – Sistem de iluminat 2

Rezultate

	Mărime	Calculat	Nominal	Conform	Index
Plan util	$\bar{E}_{perpendicular}$	328 lx	≥ 300 lx	✓	WP1
	U_o (g_1)	0.43	≥ 0.40	✓	WP1
	Valoare specifică de racord	2.70 W/m²	–		
		0.82 W/m²/100 lx	–		
Evaluarea orbirii[1]	$R_{UG,max}$	18	≤ 25	✓	
Mărimi de consum[2]	Consum	3825 kWh/a	max. 21800 kWh/a	✓	
Spațiu	Valoare specifică de racord	2.46 W/m²	–		
		0.75 W/m²/100 lx	–		

Fig. 5 – Rezultatele calculelor pentru sistemul de iluminat 2

Sistemul acesta folosește aparate de iluminat mai eficiente decât cel precedent, rezultând un consum anual de energie electrică de 2,38 ori mai redus, scăzând de la 9108 [kWh/an] la 3825 [kWh/an], la funcționare de 24h.

Al treilea sistem de iluminat, este idem cu al doilea sistem de iluminat, doar că față de celelalte de mai sus, acesta este mai eficient datorită sistemului de comandă control cu protocol de comunicare DALI si posibilitate de dimare. Permite schimbarea gradului de iluminat după necesitățile activităților din încăpere. De exemplu, după încheierea unui spectacol, sala trebuie curățată, dar nu necesită un grad de iluminare așa mare, așa că intervine protocolul de comunicare și control DALI. Corpurile de iluminat ale sistemelor doi și trei, au ca putere 17,4 W și fluxul luminos fiind de 2700 lm.

3. Evaluarea eficienței energetice

Creșterea eficienței energetice într-un contur dat, în interiorul căruia se desfășoară în mod organizat o activitate profitabilă, este o cerință care derivă din necesitatea mai generală ca activitate respectivă să aducă un beneficiu maxim celui sau celor care au investit bani pentru demararea ei [5].

Sistemul de iluminat 1, este format din 88 corpuri de iluminat, fiecare având putere de 41,4[W], funcționează 44 de ore pe săptămână, la puterea maxima, după cum urmează:

8 ore/zi repetiții, 2 zile pe săptămână (16 ore total)
4 ore/zi spectacol, 4 zile pe săptămână (16 ore total)
2 ore/zi curățenie, 6 zile pe săptămână (12 ore total)
52,14 – săptămâni /an
Total putere pe sistem: 88x41,4 = 3643 [W]

$$E = \frac{P(W)\ x\ t(hr)}{1000} \quad (1)$$

E - energie consumată/ săptămână [kWh], P – Puterea [W], t – Timpul [h]

$E = \frac{3643\ x\ 44}{1000}$ = 160,30 [kWh] / săptămână
E_{an} = E x total săptămâni /an
E_{an} – energie consumată/an (2)
E_{an} = 160,30 x 52,14 = 8358,04 [kWh/an]

Sistemul de iluminat 2, este format din 85 corpuri de iluminat, fiecare având putere de 18[W], funcționează 44 de ore pe săptămână, la putere maximă, dintre care:

8 ore/zi repetiții, 2 zile pe săptămână (16 ore total)
4 ore/zi spectacol, 4 zile pe săptămână (16 ore total)
2 ore/zi curățenie, 6 zile pe săptămână (12 ore total)
52,14 – săptămâni /an
Total putere pe sistem: 85x18 = 1530 [W]

$$E = \frac{P(W)\ x\ t(hr)}{1000}$$

E - energie consumată/ săptămâni [kWh], P – Puterea [W], t – Timpul [h]
$E = \frac{1530\ x\ 44}{1000}$ = 67,32 [kWh] / săptămână
E_{an} = E x total săptămâni /an
E_{an} – energie consumată/an
E_{an} = 67,32 x 52,14 = 3510 [kWh/an]

Sistemul de iluminat 3 cu protocol de comandă și control DALI, format din 85 corpuri de iluminat, fiecare având puterea de 18 [W], funcționează 32 de ore pe săptămână la intensitate maximă și 12 ore pe săptămână la 60% din putere, dintre care:

Total putere pe sistem: 85x18= 1530 [W]
Total putere pe sistem dimat: 85x10,80= 918 [W]

$$E = \frac{P(W)\ x\ t(hr)}{1000}$$

E - energie consumată/ săptămână [kWh], P – Puterea [W], t – Timpul [h]

$$E = \frac{1530\ x\ 32}{1000} = 48{,}96 \text{ [kWh] / săptămână}$$

$$E_{dim} = \frac{1530\ x\ 12}{1000} = 18{,}36 \text{ [kWh]}$$

E_{an} = E x total săptămâni/an
E_{an} – energie consumată/an
E_{an} = 48,96 x 52,14 = 2552,77 [kWh/an]
E_{andim} = 18,36 x 52,14 = 957,29 [kWh/an]
$E_{an\ total}$ = 2552,77 + 957,29 = 3510 [kWh/an]

4. Calculul indicatorilor de eficiență economică

Analiza economică a soluției de iluminat 1, 2, respectiv 3 s-a făcut cu ajutorul modulului de calcul [3].

Tabelul 2. Eficiența economică

Sistem de iluminat 1			Sistem de iluminat 2		Sistem de iluminat 3	
Perioada	**Consum(kWh)**	**Preț(lei)**	**Consum(kWh)**	**Preț(lei)**	**Consum(kWh)**	**Preț(lei)**
1 ora	3,64	4,73	1,53	1,99	0,91	1,18
1 zi	21,84	28,39	12,24	15,91	7,28	9,46
1 luna	664,30	863,59	372,30	483,99	221,43	287,86
1 an	7961,60	10363,08	4467,60	5807,88	2657,20	3454,36

Se poate observa că sistemul de iluminat 3, cu protocolul de comandă și controlul DALI este de trei ori mai eficient ca și sistemul de iluminat 1 ca și consum, dar și ca preț raportat la o perioadă de un an. Reducerea emisiilor de gaze CO_2 este de 3,92 la sistemul de iluminat 1, ținând cont de reducerea consumului cu 10%, pe când la sistemul de iluminat 3, reducerea emisiilor de gaze CO_2 este de 1,31 raportat la un an [6].

5. Concluzie

Scopul acestei lucrări a fost evaluarea eficienței energetice pentru un sistem de iluminat aferent unei săli de spectacol, unde s-a calculat energia consumată pentru toate cele trei situații pentru a vedea care din ele este cea mai eficientă.

În urma calculelor efectuate, a rezultat că soluția de iluminat cu protocol de comandă și control DALI este cea mai eficientă, deși costurile de achiziție și montaj sunt mai mari. Pe de altă parte, putem constata și faptul că anual există o reducere semnificativă a prețului luând în considerare și energia pe care sistemul de iluminat 3 îl are față de sistemul de iluminat 1.

BIBLIOGRAFIE

[1] ZUMTOBEL, Iluminatul spațiilor de evenimente, accesat la data de 24.04.2024, https://www.zumtobel.com/com-en/index.html; Avantajele sistemelor LED, accesat la data de 24.04.2024,https://profilistled.ro/9-avantaje-ale-sistemelor-de-iluminat-led/, https://www.ledyilighting.com/ro/advantages-and-disadvantages-of-led-lighting/;

[2] Ce înseamnă DALI?, accesat la data de 09.05.2024, https://www.nvcuk.com/technical-support/view/what-is-dali-8

[3] Eficiența economică, accesat la data de 24.04.2024, https://www.calculat.org/ro/energie-combustibil/consum-energie-electrica/

[4] SR EN 12464-1:2011, Iluminatul locurilor de muncă.

[5] Evaluarea energiei energetice, accesat la data de 09.05.2024, https://www.slideshare.net/BalanDaniel1/evaluarea-eficientei-energetice-curs-2006

[6] Calculul indicatorilor de eficiență economică, accesat la data de 09.05.2024, https://www.energoesco.ro/ro/beneficii/calcul-emisii-co2.html;

EVALUAREA SISTEMULUI DE ILUMINAT AL FACULTĂȚII DE INGINERIE A INSTALAȚIILOR DIN CLUJ-NAPOCA

Autori

Jácint Tivadar PÓKA [1], Ionel-Cosmin POTRA [2]

[1] *Facultatea de Inginerie a Instalațiilor, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, pjacinttivadar@gmail.com*
[2] *Facultatea de Inginerie a instalațiilor, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, cosminpotra23@gmail.com*

Îndrumător
Conf.Dr.Ing Călin CIUGUDEANU

Facultatea de Inginerie a Instalațiilor, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca,
calin.ciugudeanu@insta.utcluj.ro

REZUMAT:
Iluminarea optimă în clădirile universitare este esențială pentru eficiența energetică și un mediu de învățare sănătos. Această lucrare a folosit DIALux Evo 12.0 pentru a analiza și compara diferite sisteme de iluminat dintr-o clădire universitară. Prima fază a implicat analiza sistemului de iluminat existent, în timp ce a doua fază a evaluat soluții moderne, inclusiv LED-uri și iluminat natural. DIALux Evo 12.0 a servit ca software de calcul pentru simulări și evaluări detaliate. Studiul a identificat cele mai bune practici pentru îmbunătățirea eficienței și confortului luminos în clădirile universitare, contribuind la creșterea sustenabilității și bunăstării utilizatorilor.

Cuvinte cheie: eficienta energetică, tub fluorescent, LED, emisii CO_2

1. Introducere

În multe instituții de învățământ, vechea infrastructură de iluminat rămâne neschimbată de ani de zile, folosind surse și aparate de iluminat învechite. Acestea nu numai că consumă o cantitate mare de energie, dar pot emite radiații nesănătoase și fluctuații de lumină care afectează ochii și starea de bine a persoanelor care petrec mult timp în aceste spații. Pe lângă impactul asupra sănătății umane, iluminatul învechit are și un impact negativ asupra mediului înconjurător.

Sursele de lumină vechi conțin adesea substanțe toxice și nu sunt eficiente din punct de vedere energetic, contribuind astfel la emisiile de carbon ridicate cu implicații directe asupra schimbărilor climatice. Este esențial să se facă investiții în modernizarea sistemelor de iluminat din instituțiile de învățământ pentru a proteja atât sănătatea oamenilor, cât și mediul înconjurător.

Lămpile LED moderne sunt o alegere excelentă pentru înlocuirea vechilor sisteme de iluminat din instituțiile de învățământ, având numeroase avantaje. În primul rând, ele sunt mult mai sănătoase pentru ochi, reducând oboseala oculară și protejând vederea. Datorită tehnologiei avansate, LED-urile oferă o lumină constantă și fără frecvențe care pot irita ochii.

Un alt avantaj major al lămpilor LED este eficiența energetică. Ele consumă semnificativ mai puțină energie în comparație cu becurile tradiționale, contribuind la reducerea facturilor de energie și la emisiile de carbon. De asemenea, durata de viață lungă a LED-urilor reduce necesitatea de înlocuire frecventă și produce mai puțină deșeuri.

Un aspect suplimentar care face LED-urile ideale pentru spațiile educaționale este capacitatea de a le controla în mod flexibil. Ele pot fi reglate pentru a emite diferite nuanțe de culoare și niveluri de intensitate, permițând astfel adaptarea iluminatului în funcție de nevoile specifice ale activităților desfășurate. Aceasta înseamnă că se poate crea un mediu de învățare optim, fie că este vorba de o prezentare în sala de conferințe sau de studiu individual în bibliotecă. În concluzie, trecerea la lămpi LED în instituțiile de învățământ nu numai că aduce beneficii pentru sănătate și mediu, dar și pentru confortul și eficiența spațiilor educaționale.

DIALux Evo 12.0 este un software specializat în proiectarea și simularea sistemelor de iluminat pentru spații interioare și exterioare, utilizat de ingineri de iluminat, arhitecți și designeri. Acesta oferă funcționalități precum simulare 3D pentru vizualizarea iluminatului, analiza parametrilor de iluminare și optimizarea energetică, contribuind la reducerea costurilor și a impactului asupra mediului. Software-ul dispune de o bază de date extinsă pentru selectarea și evaluarea corpurilor de iluminat și generează rapoarte și documentație detaliate. Este folosit în proiecte de construcție, design interior și pentru implementarea soluțiilor eficiente energetic, reprezentând o unealtă esențială pentru profesioniștii din domeniul iluminatului.

Clădirea Facultății de Inginerie a Instalațiilor se afla in Cluj-Napoca, strada Bulevardul 21 Decembrie 1989. Este o clădire renovata, cu 3 etaje si mansardă unde sunt birouri pentru cadrele didactice. După renovare a fost construita si o aula ca si o anexa a clădirii. In majoritatea din sălile facultății încă funcționează un sistem de iluminat cu tuburi fluorescente, dar in unele săli deja sunt si aparate de iluminat noi, performante si eficiente [1].



Figura 1 - Clădirea Facultății de Inginerie a Instalațiilor, Cluj-Napoca [1]

2. Studiu de caz

2.1 Situația existentă

Studiul a avut loc la primul nivel al clădirii Facultății de Inginerie a Instalațiilor, unde se găsesc birouri și săli de clasă. Iluminatul actual este asigurat de corpuri de iluminat cu tuburi fluorescente.

În prima etapă a studiului, am utilizat programul DIALux Evo 12.0 pentru a realiza desenul clădirii, după care am efectuat simulări folosind tipurile actuale de corpuri de iluminat. Simulările au arătat că nivelul de lumină în săli este foarte scăzut, ceea ce poate afecta ochii, și, în plus, se consumă o cantitate semnificativă de energie electrică. În câteva încăperi deja a fost schimbat sistemul de iluminat, noi am studiat sălile unde încă funcționează sistemul vechi cu tuburi fluorescente.

Ca si încadrare, conform SR EN12464-1 secretariatul este definit de următorii parametrii prezentați in Tabelul 1.

Tabelul 1 - Încadrarea biroului de secretariat conform SR EN12464-1,Tabel 5.26

Tabel 5.26 — Birouri

Ref. nr.	Tipul de zonă, sarcină sau activitate	$\bar{E}_m$ lx	UGR_L –	U_o –	R_a –	Cerinţe specifice
5.26.1	Îndosariere, copiere etc	300	19	0,40	80	
5.26.2	Redactare, dactilografiere, citire, prelucrarea datelor	500	19	0,60	80	Pentru lucrul cu DSE, a se vedea 4.9.

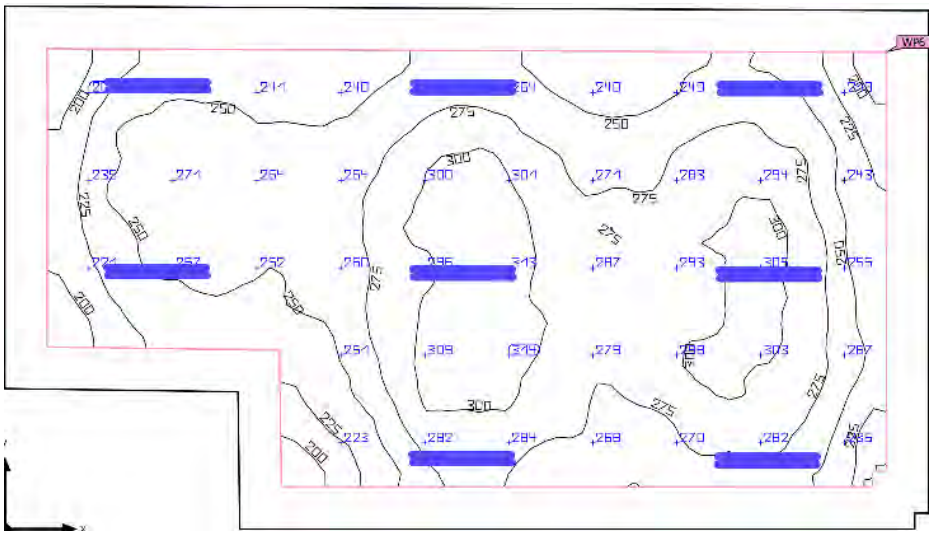


Figura 2 - Reprezentarea aparatelor de iluminat existente, birou secretariat [3]

2.2 Situația propusă

Corpurile de iluminat cu LED sunt considerate superioare celor cu tub fluorescent din mai multe motive. În primul rând, corpurile de iluminat cu LED consumă semnificativ mai puțină energie decât cele fluorescente, ceea ce înseamnă costuri reduse la factura de energie electrică. În al doilea rând, durata de viață a LED-urilor este mult mai mare, de obicei de până la 50.000 de ore sau chiar mai mult, în comparație cu aproximativ 10.000 de ore pentru tuburile fluorescente. Astfel, lămpile cu LED necesită înlocuiri mai puține și mai rare.

În plus, corpurile de iluminat cu LED oferă o lumina mai clară și mai uniforma, fără a produce umbre sau a crea efectul de „flicker" pe care îl pot avea tuburile fluorescente. De asemenea, LED-urile sunt mai rezistente la șocuri și vibrații, ceea ce le face mai durabile și mai potrivite pentru medii cu trafic intens sau cu condiții de funcționare variabile. În fine, LED-urile nu conțin substanțe toxice precum mercurul, care se găsește în tuburile fluorescente, ceea ce le face mai ecologice și mai sigure pentru mediu și sănătatea oamenilor.

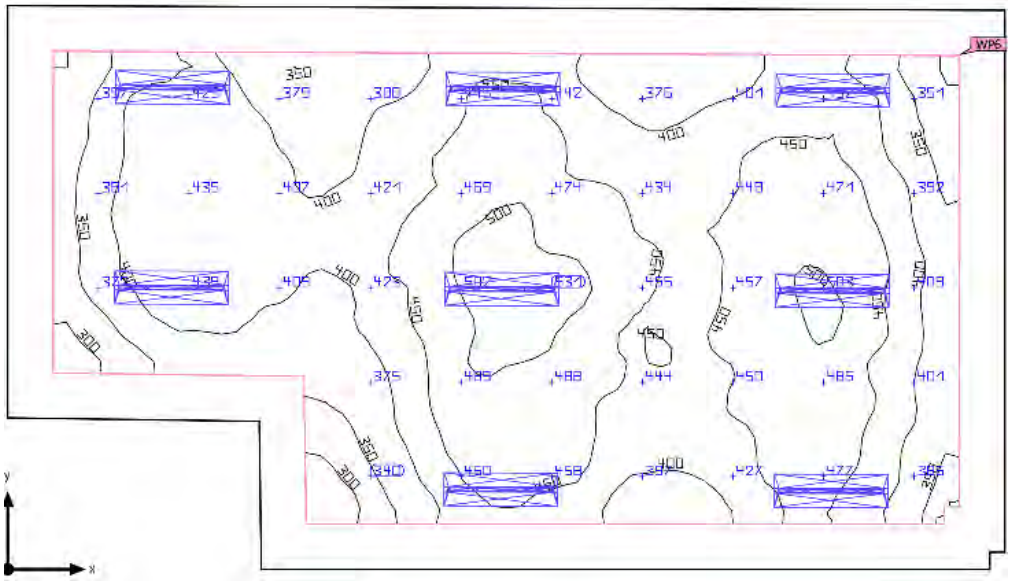


Figura 3 - Reprezentarea aparatelor de iluminat propuse, birou secretariat

Tabelul 2 - Tabel valorilor cerute de standard si calculate de DIALux [3]

Valori impuse de standard si obtinute				
Nr.crt		SR EN12464-1	Situatia existenta	Situatia propusa
1	E_m[lx]	500	265	424
2	UGR_L[factor orbire]	<19	21	18
3	U_0[uniformitate]	0.6<	0.67	0.61
4	Ra [Factor redarea culorii]	80<	80	90

Având în vedere posibilele costuri suplimentare și problemele estetice asociate cu înlocuirea corpurilor de iluminat, am decis să nu modificăm pozițiile actuale ale acestora. Deși sistemul nou nu atinge valorile impuse de SR EN12464-1 pentru fluxul luminos (lx), adică 500 lx, totuși pe planul de lucru se înregistrează valori peste această limită.

3. Calcule

Tabelul 3 - Tabel calcul consum pentru etajul 1 al Facultății de Inginerie a Instalațiilor

Consumul de energie electrica pentru etajul 1, Facultatea de Inginerie a Instalațiilor, Cluj-Napoca									
Nr. Crt	Tipul aparatului de iluminat	Nr. aparat iluminat [buc]	Puterea aparat iluminat [W]	Timp functionare [ore]	Consum annual [kWh]	Pret unitar [RON]	Cost annual [RON]	Procent [%]	Suma de bani ecinomisit [RON]
1	Tub fluorescent	85.0	82.0	1080.0	7527.6	1.3	9785.9	100.0	-
2	Led	85.0	48.4	1080.0	4443.1	1.3	5776.1	59.0	4009.8

Luând in considerare faptul ca pe etajul 1 al facultății in unele spatii avem activitate 8 ore iar in altele mai puțin am ales sa luam o valoare medie de 6 ore pe zi, 5 zile pe săptămâna. Deoarece un semestru este alcătuit din 14 săptămâni pentru predat si 4 pentru susținerea examenelor am calculat cu 18 săptămâni pe semestru, adică 36 pe an universitar [4].

6ore/zi*5 zile/săptămâna= 30ore/ săptămâna

30ore/săptămâna* 36saptamani=1080ore/an

Un corp de iluminat existent consuma 72 W/h adică 0,072 kWh [7].

Un corp de iluminat nou propus consuma 48,4 W/h adică 0,0484 kWh [8].

Ca si preț unitar s-a luat in calcul valoarea de 1.3 RON [2].

Din calcule rezulta ca folosind aparatele cu led, avem o economie de 32,8% ca si consum, ceea ce înseamnă cca. 4009.8 RON/an.

După calculele efectuate pentru etajul 1, valoarea estimată pentru întreaga clădire este determinată astfel:

Tabelul 4- Calcul consumului pentru întreaga clădire

Consumul de energie electrica pentru toate cladirea, Facultatii de Inginerie a Instalațiilor, Cluj-Napoca					
Tipul aparatului de iluminat	Consum anual/ etaj [kWh]	Consum annual cladire [kWh]	Pret unitar [RON]	Cost annual [RON]	Suma de bani ecinomisit [RON]
Tub fluorescent	7527.6	30110.4	1.3	39143.5	-
Led	4443.1	17772.5	1.3	23104.2	16039.3

Conform datelor din Tabelul 4, se observa faptul ca in urma propunerii noastre Facultatea ar economisi 12337.9 kWh anual, ceea ce in emisii de CO_2 înseamnă următoarele valori:

Daca presupunem că utilizăm un factor de emisie mediu de 300 gCO_2/kWh, care este o valoare de referință pentru o mixtură tipică de surse de energie.

Emisii CO_2 (kg)=kWh×Factor de emisie (kg CO_2/kWh)

Emisii CO_2 (kg)=12337.9 kWh×0.3 (kg CO_2/kWh)

Emisii CO_2 (kg)=3701.37 kg=3.7 t CO_2 [6]

Pentru copaci:

$$\text{Numărul de copaci} = \frac{\text{Emisii CO2 (kg)}}{\text{CO2 absorbit de un copac pe an (kg)}}$$
$$\text{Numărul de copaci} = \frac{3{,}701.37 \text{ kg}}{25 \text{ kg/an}}$$
$$\text{Numărul de copaci} = 148.05$$

Pentru kilometri cu mașina:

$$\text{Kilometri cu mașina} = \frac{\text{Emisii CO2 (kg)}}{\text{CO2 emis per litru (kg)}} \times \text{Consum mediu } (l/100 \text{ km}) \times 100$$
$$\text{Kilometri cu mașina} = \frac{3{,}701.37 \text{ kg}}{2.3 \text{ kg/litru}} \times 7 \, l/100 \text{ km} \times 100$$
$$\text{Kilometri cu mașina} = 160,927.35 \text{ km}$$

4. Concluzii

În concluzie, adoptarea tehnologiilor moderne de iluminat, precum LED-urile, aduce beneficii notabile în eficiența energetică și reducerea costurilor, având în același timp un impact ecologic pozitiv. Durata de viață îndelungată și consumul redus de energie al LED-urilor conduc la o amprentă de carbon diminuată, oferind o soluție durabilă și ecologică.

Rezultatele analizei noastre evidențiază importanța tranzitării la aceste tehnologii, subliniind că 3701,37 kg de CO_2, adică emisiile produse de o mașină care parcurge aproximativ 160,927 km, sau taierea a 148 de copaci într-un an. Aceasta subliniază urgența acțiunilor pentru combaterea schimbărilor climatice și protejarea resurselor naturale.

Integrarea LED-urilor în planurile de iluminat ale instituțiilor de învățământ îmbunătățește calitatea ambientului și reduce consumul de energie electrică. Acest dublu beneficiu contribuie la sănătate și confort, precum și la eficiența energetică și economisirea resurselor financiare.

În final, combinarea avantajelor tehnologiei de iluminat cu un management eficient al consumului de energie reprezintă o abordare holistică. Această sinergie între progresul tehnologic și responsabilitatea ecologică conturează viitorul iluminatului eficient și sustenabil, promovând un mediu mai sănătos și echilibrat pentru toți.

BIBLIOGRAFIE

[1] https://www.utcluj.ro/universitatea/facultati/

[2] https://www.electricafurnizare.ro/

[3] https://www.dialux.com/en-GB/download

[4] Lucrarea SNCSS- Eficientizarea iluminatului si a consumului de energie, Autori: Fodorean Sergiu, Mihai Lipan

[5] https://chat.openai.com/

[6] https://www.cencepower.com/calculators/kwh-to-co2-calculator

[7] https://www.usa.philips.com/

[8] https://www.zumtobel.com/com-en/index.html

CERCETĂRI PRIVIND DETERMINAREA DURITĂȚII TOTALE PENTRU DIFERITE EȘANTIOANE DE APE POTABILE

Autor/autori

Amelin Alexandru A. TARȚA[1], Andrei Florin GODICI[2]

[1]*Facultatea de Inginerie a Instalațiilor, Universitatea Tehnică Cluj Napoca, e-mail:*amelintarta@gmail.com.

[2]*Facultatea de Inginerie a Instalațiilor, Universitatea Tehnică Cluj Napoca, e-mail:andreigodici5@gmail.com*

Îndrumător

Conf. Dr. Ing. Dana-Adriana ILUȚIU-VARVARA[3]

[3]*Facultatea de Inginerie a Instalațiilor, Universitatea Tehnică Cluj Napoca, e-mail:Dana.Adriana.Varvara@insta.utcluj.ro*

REZUMAT: *Duritatea totală a apei reprezintă totalitatea sărurilor care se găsesc dizolvate în apă. Pentru probele de apă, supuse analizei, s-a utilizat un tester prevăzut cu senzori pentru determinarea durității. Cercetările experimentale privind determinarea durității totale pentru eșantioanele de ape s-au realizat pe următoarele tipuri de ape: ape de izvor, ape îmbuteliate fără precizarea durității totale și ape provenite din rețelele de distribuție. În urma studiilor am obținut atât rezultate care se încadrează în normele legii, cât și rezultate sub norme.*

Cuvinte cheie: duritatea totală, săruri, ape potabile, ape de izvor, ape îmbuteliate fără precizarea durității totale și ape provenite din rețelele de distribuție.

1. Introducere

Una dintre substanțele absolut indispensabile pentru viață, pentru orice ramură de activitate economică și care intervine în majoritatea proceselor fizico chimice, este apa [1].

Duritatea totală a apei este dată de totalitatea sărurilor de calciu și magneziu, care se găsesc dizolvate în apă. Aceasta reprezintă suma durității temporare (datorată bicarbonaților de calciu și magneziu) și a durității permanente (datorată celorlalte săruri de calciu și magneziu, cloruri, sulfați, azotați, fosfați etc.). Aceasta se calculează cu ajutorul relației [1]:

$$D_T = D_t + D_p \text{ [grade de duritate germane]} \quad (1)$$

D_T-duritatea totală a apei; D_t-duritatea temporară;

D_p-duritatea permanentă.

Duritatea apei se exprimă în grade de duritate. În țara noastră se folosește gradul de duritate german, care reprezintă conținutul de săruri de calciu și magneziu echivalent cu 10 mg de oxid de calciu (CaO) la 1000 ml de apă.

Gradul de duritate german, se poate converti în grade de duritate franceze, engleze, conform relațiilor:1 grad german (DH) = 1,79 grade franceze

1 grad german (DH) = 1,24 grade engleze

În România, apa potabilă a fost definită și reglementată prin Legea nr. 458 din 8 iulie 2002, privind calitatea apei potabile, completată și modificată prin Legea nr. 311 din 28 iunie 2004, care a fost abrogată de Legea nr. 96/2024 pentru aprobarea Ordonanței Guvernului nr. 7/2023 din 18 ianuarie 2023 privind calitatea apei destinate consumului uman [2], [3], [4], [5].

În tabelul 1 este prezentată valoarea minimă a durității apei potabile, conform legislației existente în România.

Tabelul 1. Valoarea minimă admisă a durității apei potabile în România [2], [3], conform [4], [5].

Parametrul de calitate al apei	**Valoarea minimă admisă**	**Unitatea de măsură**
Duritate totală, minimă	5	Grade de duritate germane

Conform legislației existente în România (vezi Tabelul 1) nu există o valoare maximă pentru duritatea totală a apei, ci doar o valoare minimă.

Pentru a identifica prezența apei dure există mai multe semne comune pe care oricine le poate depista [6]:

- piele uscată și mâncărimi;
- decolorarea hainelor după spălare;
- țevi colmatate;
- calcarul de pe lavoarele și robinetele din baie.

În tabelul 2 sunt prezentate caracteristicile apei în funcție de valoarea gradelor de duritate germane și franceze [7].

Tabelul 2. Caracteristicile apei în funcție de valoarea durității apei.

Valoarea durității apei [grade germane]	**Valoarea durității apei [grade franceze]**	**Caracteristica apei**
<5	<8,95	Apă foarte moale
5-9	8,95-16,11	Apă moale
9-18	16,11-32,22	Apă cu duritate medie
18-24	32,22-42,96	Apă dură
>24	>42,96	Apă foarte dură

În Figura 1 se regăsește proveniența probelor prelevate, care au fost supuse determinărilor experimentale privind duritatea totală.

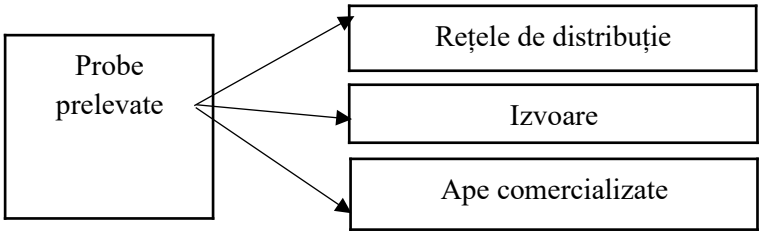


Figura 1. Proveniența probelor prelevate.

În figura 2 sunt prezentate rețelele de distribuție, de la care s-au prelevat probele de apă, care au fost supuse determinărilor experimentale privind duritatea totală.

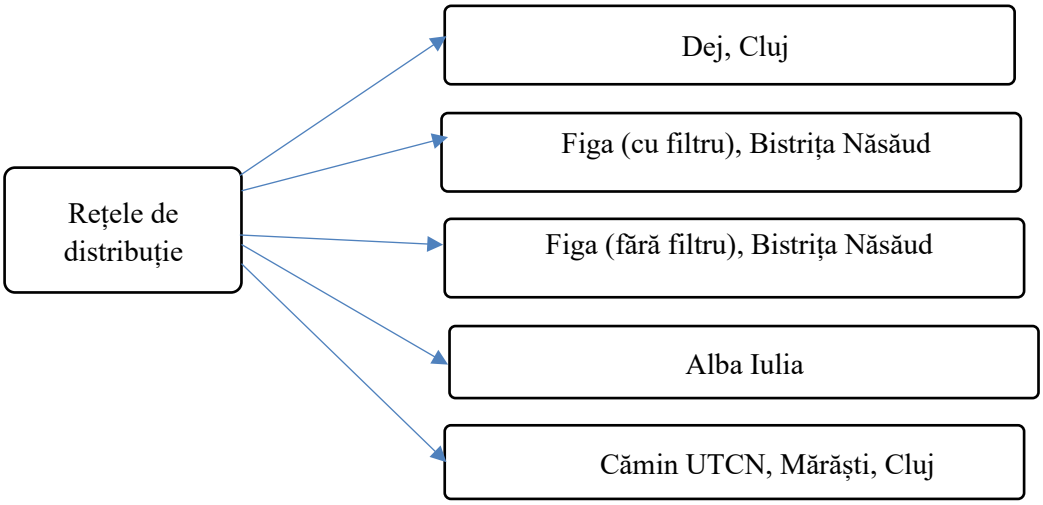


Figura 2. Rețelele de distribuție de la care s-au prelevat probele de apă.

În figura 3 sunt prezentate izvoarele de la care s-au prelevat probele de apă, care au fost supuse determinărilor experimentale privind duritatea totală.

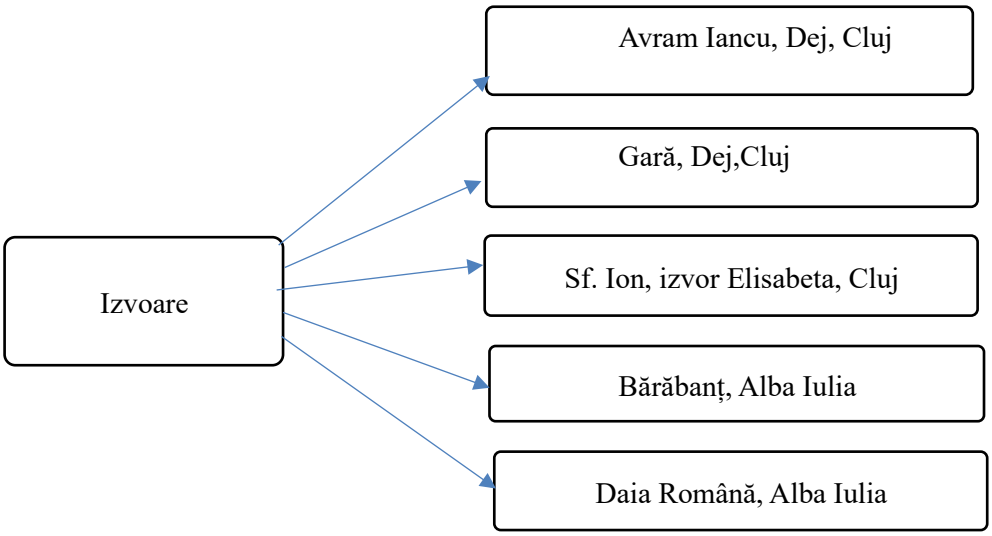


Figura 3. Izvoarele de la care s-au prelevat probele supuse caracterizării.

În figura 4 sunt prezentate tipurile de ape comercializate, de la care s-au prelevat probele, care au fost supuse determinărilor experimentale privind duritatea totală.

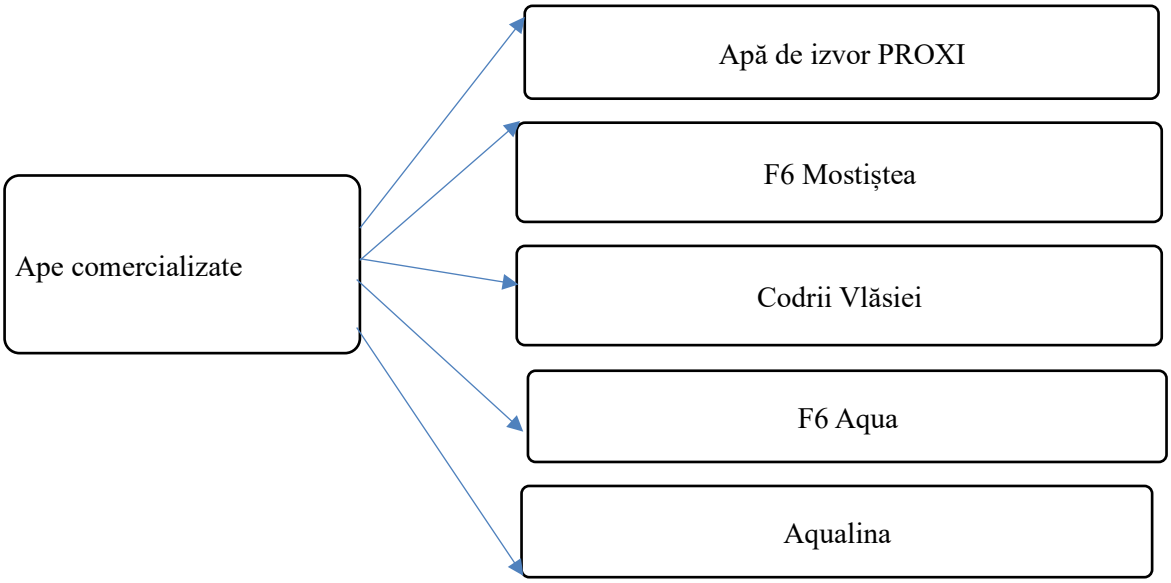


Figura 4. Apele din comerț de la care s-au prelevat probele de apă.

2. Materiale și metode

Au fost prelevate un număr total de cincisprezece probe de apă, care au fost supuse caracterizării privind concentrația totală a sărurilor dizolvate în acestea. Au fost prelevate cinci probe de ape comercializate, fără precizarea durității totale a apei (PROXI, F6 Mostiștea, Codrii Vlăsiei, F6 Aqua, Aqualina). Au fost prelevate cinci probe din diferite izvoare (izvor Avram Iancu, Dej; izvor gară, strada 1 Mai, Dej; Sfântul Ion, izvor Elisabeta, Cluj; izvor Bărăbanț, Alba Iulia; izvor Daia Română, Alba Iulia). Au fost prelevate cinci probe din diferite rețele de distribuție (rețea Dej, Cluj; rețea Figa (cu filtru), Bistrița-Năsăud; rețea Figa (fără filtru), Bistrița-Năsăud; rețea Alba Iulia; rețea cămin UTCN, Mărăști).

Ionii de calciu (Ca^{2+}) și cei de magneziu (Mg^{2+}) sunt responsabili pentru duritatea totală a apei. Determinarea durității apei potabile se realizează prin titrarea acesteia, cu reactivi chimici (acizi grași) din kitul tester. Numărul de picături adăugate până la schimbarea culorii inițiale din roșu în verde indică valoarea durității totale [8].

Pentru determinarea durității totale a apei este nevoie de:

- kit-ul tester cu picurător (conține reactivul de titrare) – “Gesamtharte- Titrierlosung”;
- cilindrul gradat de plastic.

Rezultatele obținute în urma determinărilor ne indică în mare parte valori admise de lege, dar obținem și rezultate sub valorile admise de lege, iar acestea sunt considerate slab mineralizate.

3.Rezultate și discuții

Cercetările științifice s-au realizat în laborator, cu fotocolorimetrul de laborator seriile C99 și C200, Hanna Instruments, cu care am studiat duritatea apei. Din analiza comparativă a rezultatelor pentru duritatea apei, putem observa că unele probe de ape nu se încadrează în valorile prevăzute de lege, acestea fiind sub 5 grade de duritate germane. Însă, specialiștii Direcţiei de Sănătate, spun că apa nu poate fi considerată a fi nepotabilă, ci pur şi simplu aceasta nu are suficiente minerale.

În figura 1 sunt prezentate rezultatele testelor de laborator privind apele comercializate fără precizarea compoziției chimice în urma testării cu aparatura de specializare din dotarea facultății.

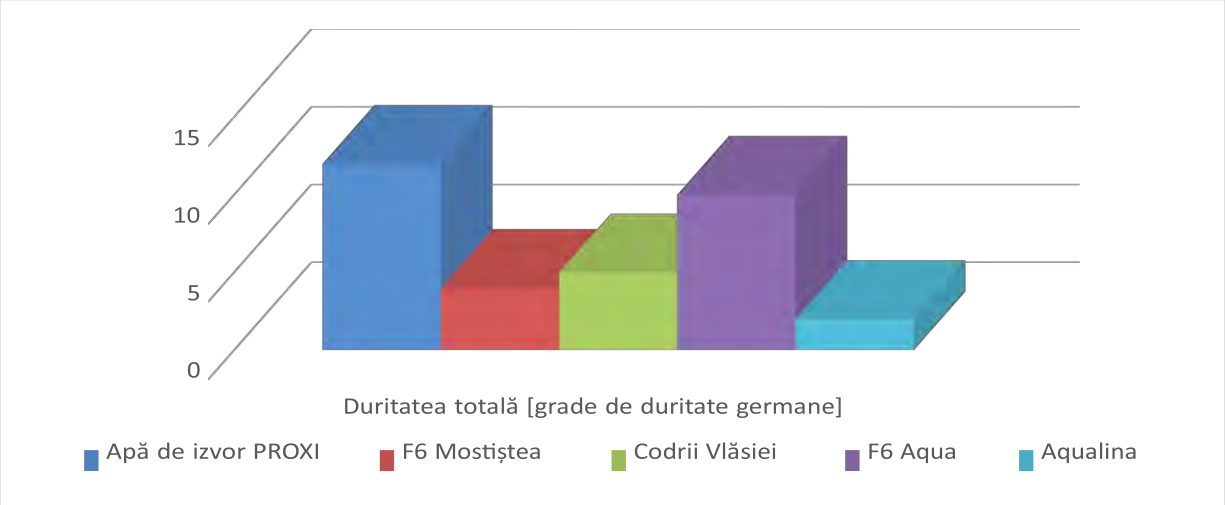


Figura 1. Duritatea totală pentru apele comercializate fără precizarea compoziției chimice.

În figura 2 sunt prezentate rezultatele testelor de laborator privind apele de izvor din diferite județe în urma testării cu aparatura de specializare din dotarea facultății.



Figura 2. Duritatea totală pentru apele de izvor din diferite județe.

În figura 3 sunt prezentate rezultatele testelor de laborator privind apele din diferite rețele de distribuție în urma testării cu aparatura de specializare din dotarea facultății.

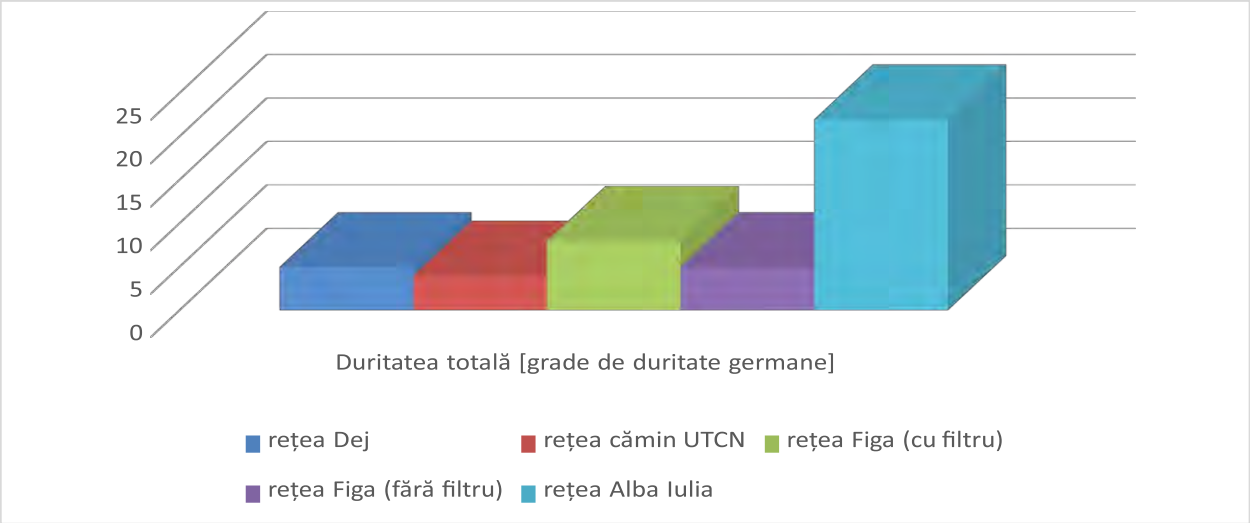


Figura 3. Duritatea totală pentru apele din diferite rețele de distribuție.

4.Concluzii

Studiile s-au realizat pe mai multe tipuri de ape: ape prelevate de la anumite izvoare, ape din rețele de distribuție și ape comercializate fără precizarea compoziției chimice.

Ca urmare a cercetărilor efectuate am constatat că unele probe de apă nu se încadrează în normativele legii:

1. Ape comercializate fără precizarea compoziției chimice: F6 Mostiștea având patru grade de duritate germane, Aqualina două grade de duritate germane.
2. Apă din rețeaua de distribuție: cămin UTCN, Mărăști având patru grade de duritate germane.
3. Apă de izvor: Daia Română trei grade de duritate germane.

BIBLIOGRAFIE

[1]. Government of Canada, Publications-Healthy Living. Accesat la data de 20 Aprilie 2024.

[2]. Legea nr. 96/2024 pentru aprobarea Ordonanței Guvernului nr. 7/2023 privind calitatea apei.

[3]. Legea nr. 311 din 28 iunie 2004, pentru modificarea şi completarea Legii nr. 458/2002 privind calitatea apei potabile republicată în Monitorul Oficial al României, abrogate.

[4]. Ordonanţa nr. 7/2023 privind calitatea apei destinate consumului uman, Partea I nr. 63 din 25 ianuarie 2023.

[5]. Legea nr. 96/2024 pentru aprobarea Ordonanței Guvernului nr. 7/2023 din 18 ianuarie 2023. [6]. Norme de tehnica securităţii muncii în alimentări cu apă şi canalizări şi în indiguiri, desecări şi irigaţii, București : Editura Tehnică, 1966.

[7]. *"Studiu calitate apa"*, Cristina ROȘU, Andrei VLAICU și Simona BOITA.

[8]. Iluțiu – Varvara, D. A. - *"Chimie aplicată"*. Editura U.T. PRESS, Cluj -Napoca, 2023.

CERCETĂRI PRIVIND DETERMINAREA DURITĂȚII MAGNEZIULUI PENTRU DIFERITE EȘANTIOANE DE APE POTABILE

Autori
Ionuț-Flaviu TIMBUȘ[1], Șerban NĂSTASE[2]
[1]*Facultatea de Inginerie a Instalațiilor, Universitatea Tehnică Cluj-Napoca, flaviutim@gmail.com*
[2]*Facultatea de Inginerie a Instalațiilor, Universitatea Tehnică Cluj-Napoca, serban591@gmail.com*

Îndrumător
Conf. Dr. Ing. Dana-Adriana ILUȚIU-VARVARA[1]
[1]*Facultatea de Inginerie a Instalațiilor, Universitatea Tehnică Cluj-Napoca,*
Dana.Adriana.Varvara@insta.utcluj.ro

REZUMAT: *Duritatea magneziului reprezintă conținutul total de ioni de magneziu dintr-un litru de apă corespunzător tuturor anionilor prezenți în apă (conținutul total de săruri de magneziu dintr-un litru de apă). Determinarea durității de magneziu, pentru diferite eșantioane de apă, s-a realizat utilizând metoda colorimetrică. Determinările experimentale privind duritatea de magneziu au vizat diverse tipuri de ape (ape de izvor, ape îmbuteliate fără precizarea durității de calciu și ape provenite din rețeaua de distribuție). În urma analizelor desfășurate, toate apele prelevate și supuse cercetării, se încadrează în normele legislative.*

Cuvinte cheie: Calitatea apei, concentrația ionilor de magneziu, potabilitatea apei, metoda fotocolorimetrică, apa potabilă.

1. Introducere

Apa potabilă este una dintre resursele cele mai esențiale pentru supraviețuirea umană. În plus față de hidratare, conținutul său mineral poate avea efecte semnificative asupra sănătății. Printre aceste minerale, magneziul ocupă un loc deosebit de important, fiind implicat într-o varietate de procese fiziologice, cum ar fi contracțiile musculare, metabolismul energetic și funcția cardiacă. Acest lucru face ca nivelul adecvat al magneziului în apa potabilă să fie esențial pentru menținerea unei stări optime de sănătate [1].

Magneziul este un component regăsit natural în apele din natură și constituentele sale, împreună cu calciul determină duritatea totală a unei ape. În apele potabile este considerat un nutrient mineral natural. Duritatea magneziului este dată de totalitatea sărurilor de magneziu care se găsesc dizolvate în apă. Din categoria acestor săruri fac parte [2]:

- bicarbonatul de magneziu, cu formula chimică ($Mg(HCO_3)_2$);
- clorura de magneziu, cu formula chimică ($MgCl_2$);
- azotatul de magneziu, cu formula chimică ($Mg(NO_3)_2$);
- sulfatul de magneziu, cu formula chimică ($MgSO_4$).

Conversia din mg/L în grade de duritate germane, se poate realiza, cu ajutorul relației:

1 mg/L = 0,0556 grade germane (DD)

Conversia din mg/L în grade de duritate franceze, se poate realiza, cu ajutorul relației:

1 mg/L = 0,1 grade franceze (FD)

Conversia din mg/L în grade de duritate engleze, se poate realiza, cu ajutorul relației:

1 mg/L = 0,07 grade engleze (ED) [2]

În Figura 1 sunt prezentate avantajele prezenței magneziului în compoziția chimică a apelor potabile [4], [5], [6]. În Figura 2 sunt prezentate dezavantajele prezenței acestuia [3] [5], [6].

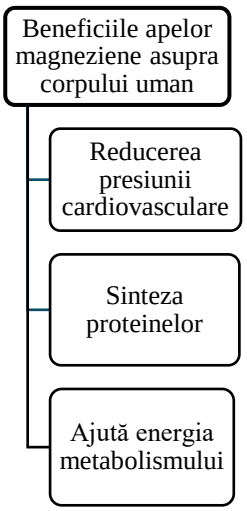


Fig.1. Avantajele magneziului în ape potabile.

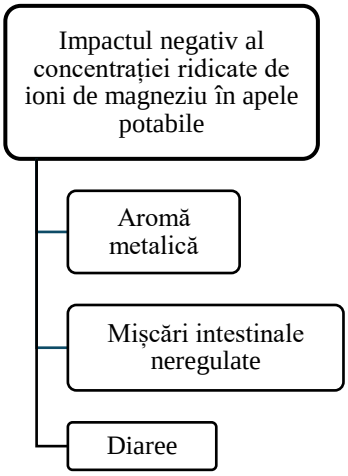


Fig.2. Dezavantajele magneziului în ape potabile.

.

Explicații: Apa potabilă cu niveluri ridicate de magneziu poate avea o aromă metalică și poate fi neapetisantă. Magneziul excesiv ar putea provoca mișcări intestinale neregulate și diaree [4], [7].

2. Materiale și metode

S-a prelevat un număr total de 14 probe de apă potabile provenite din comerț, rețele de distribuție și izvoare naturale. În Figura 3 se regăsește proveniența probelor de apă, care au fost supuse determinărilor experimentale privind duritatea concentrației ionilor de magneziu. Rezultatele obținute experimental privind probele de apă prelevate s-au comparat cu concentrațiile maxime admisibile prevăzute în Legea 458/2002 și completată de Legea 311/2004 (privind calitatea apei potabile), însă aceste legi au fost abrogate și înlocuite de Ordonanța nr.7 din 2023, fiind reglementată doar duritatea totală [8].

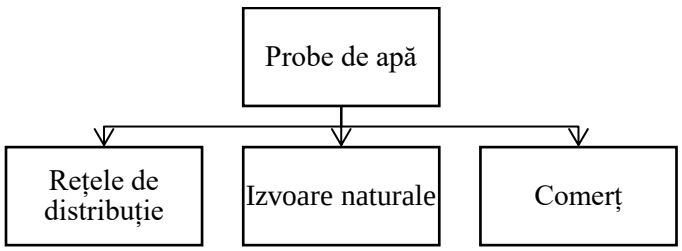


Fig.3. Proveniența probelor de ape supuse determinărilor experimentale.

În Figura 4 se regăsesc rețele de distribuție de la care au fost prelevate probele de apa supuse analizei concentrațiilor ionilor de magneziu.

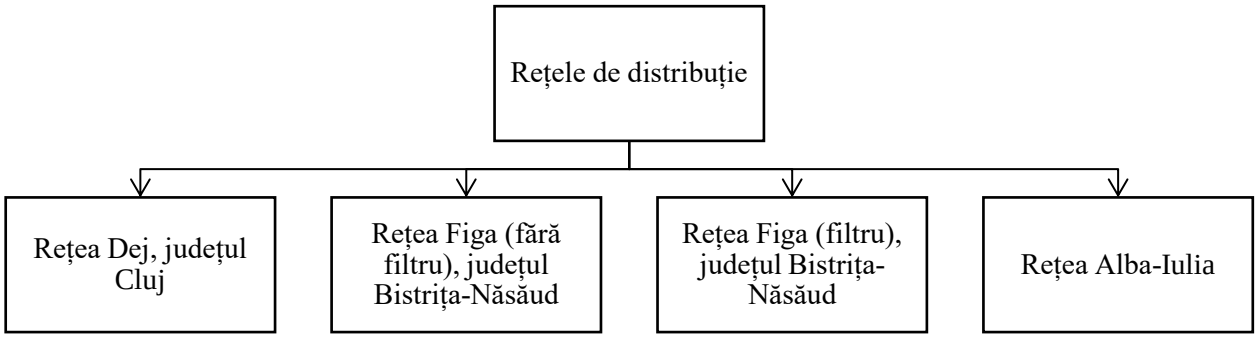


Fig.4. Proveniența probelor de apă prelevate din diverse rețele de distribuție.

În Figura 5 se regăsește proveniența exactă a probelor de apă recoltate din diverse magazine din comerț.

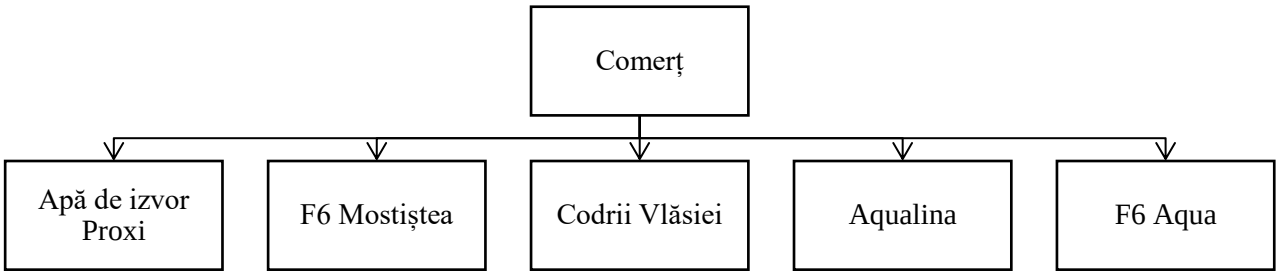


Fig.5. Proveniența probelor de apă prelevate din diverse magazine din comerț.

În Figura 6 se regăsește proveniența probelor de apă prelevate din izvoare naturale din diverse localități.

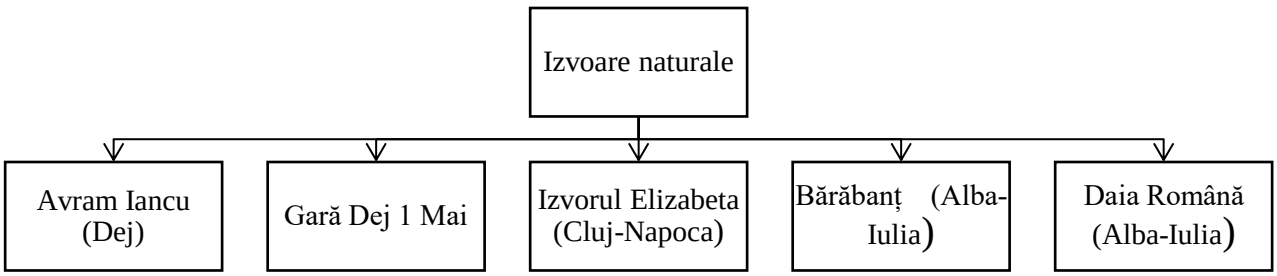


Fig.6. Proveniența probelor de apă din izvoare naturale.

Determinarea durității magneziului se bazează pe adaptarea metodei “Standard de analiză a apelor naturale și reziduale”, la metoda Colorimetrică cu EDTA. Metoda implică utilizarea unor reactivi chimici pentru determinarea calorimetrică a durității magneziului. Reacția dintre magneziu și reactivii chimici determină o tentă de culoare roșu-violet în probă. Prin simpla adăugare a reactivilor, în proba de apă supusă analizei, se va produce reacția acestora cu magneziul. Fotocolorimetrul permite determinarea concentrației magneziului, pe baza culorii produse. Rezultatele se vor afișa în mg/L sub formă de $MgCO_3$. Metoda Colorimetrică permite determinarea durității magneziului în intervalul 0,00-2,00mg/L duritate de magneziu [2].

3. Rezultate și discuții

În Figura 7 sunt prezentate rezultate obținute experimental privind determinarea durității magneziului pentru probele de apă provenite din izvoare naturale.

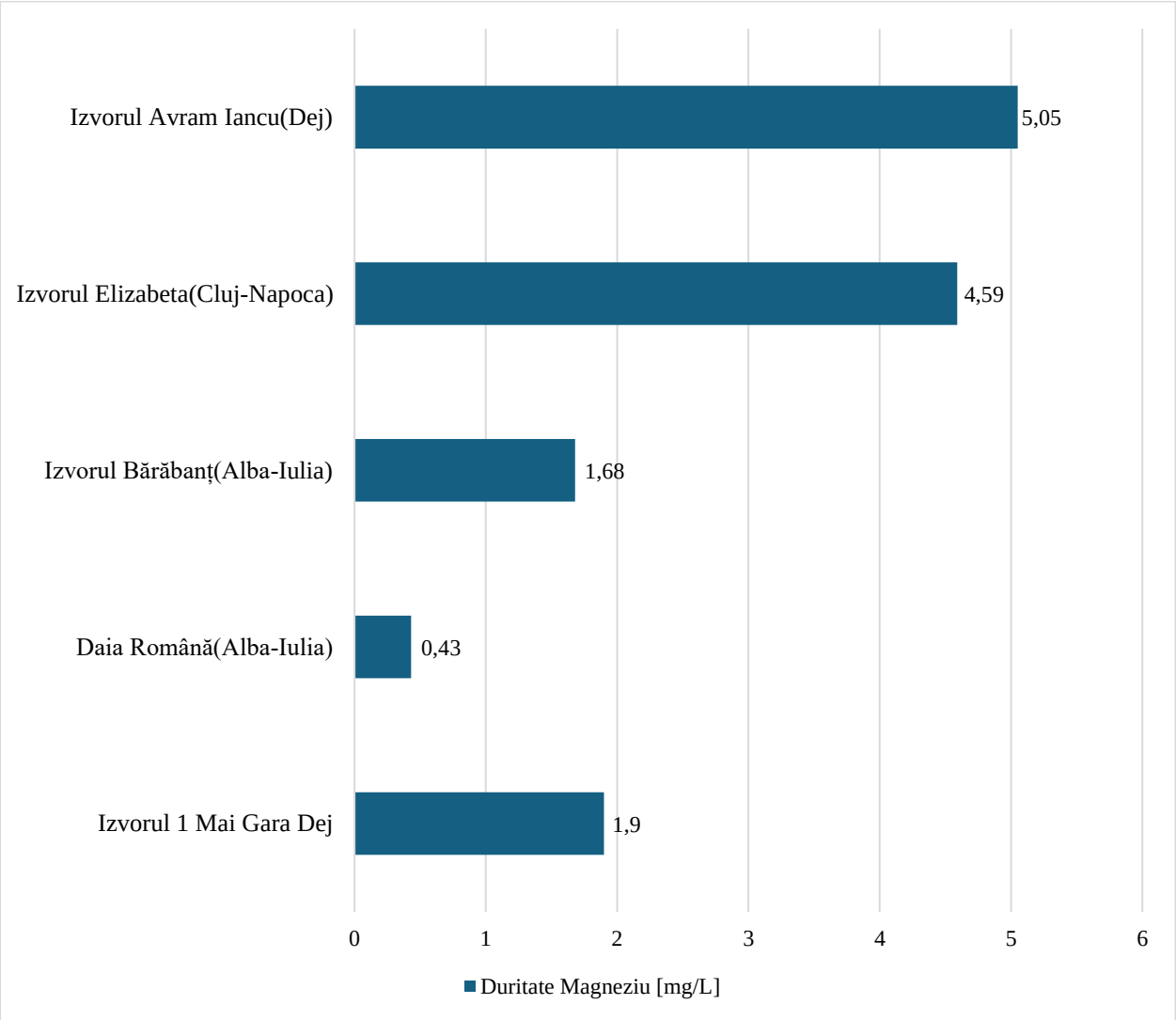


Fig.7.Rezultate obținute experimental privind determinarea durității magneziului pentru probele de apă provenite din izvoare naturale.

În Tabelul 1 sunt prezentate rezultatele obținute experimental care determină concentrația ionilor de magneziu convertite în diferite grade de duritate, privind apele prelevate din izvoare naturale.

Denumire izvor	Concentrația [mg/L]	Grade de duritate germane	Grade de duritate franceze	Grade de duritate engleze
Izvorul Avram Iancu	5,05	2,80	0,50	0,35
Izvorul Elizabeta	4,59	2,55	0,45	0,32
Izvorul Bărăbanț	1,6	0,93	0,16	0,11

Daia Română	0,43	0,98	0,043	0,03
Izvorul 1 Mai Gară Dej	1,9	1,05	0,19	0,13

Tabelul 1. Rezultate obținute experimental privind concentrația ionilor de magneziu convertite în diferite grade de duritate.

Rezultatele determinărilor experimentale a probelor de apă prelevate din izvoare naturale se află n conformitate cu concentrațiile admisibile privind cantitatea maxim recomandată de magneziu dintr-o apă potabilă, exprimată in miligrame de carbonat de magneziu.

În Figura 8 sunt prezentate rezultate obținute experimental privind determinarea durității magneziului pentru probele de apă provenite din comerț.

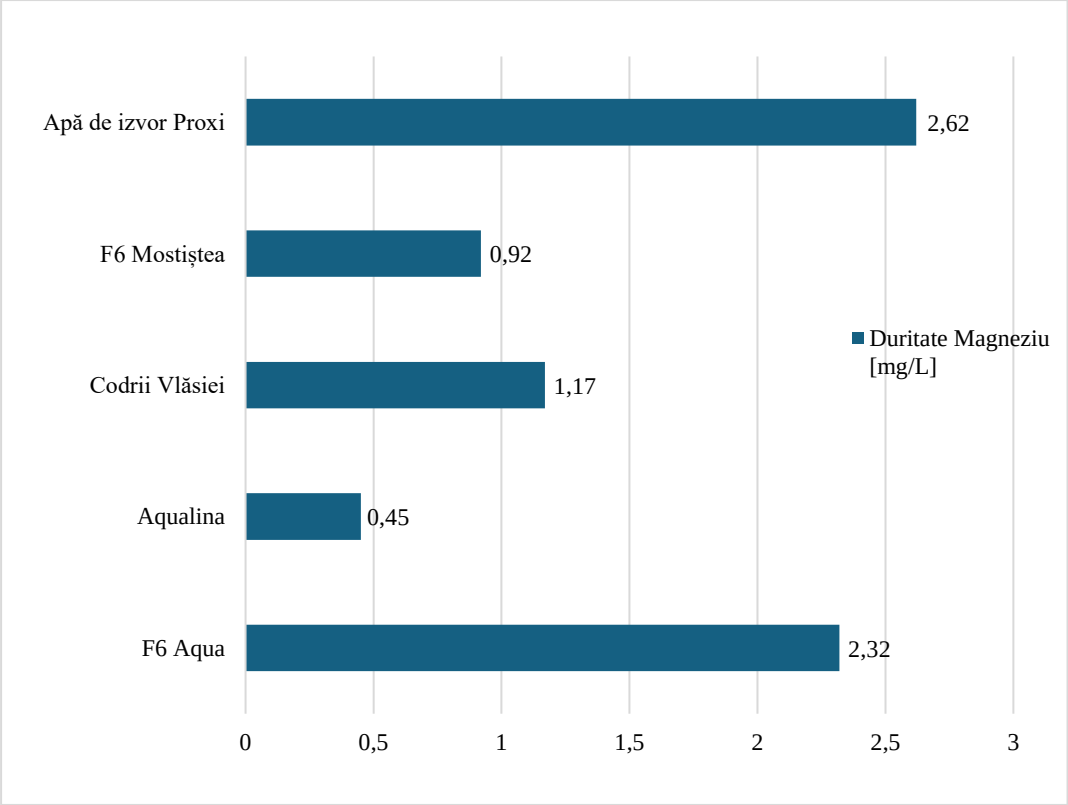


Fig.8. Rezultate obținute experimental privind determinarea durității magneziului pentru probele de apă provenite din comerț

În Tabelul 2 sunt prezentate rezultatele obținute experimental ilustrând concentrația ionilor de magneziu convertite în diferite grade de duritate, privind apele prelevate din comerț.

Tabel 2. Rezultate obținute experimental privind concentrația ionilor de magneziu convertite in diferite grade de duritate.

Denumire izvor	Concentrația [mg/L]	Grade germane	Grade franceze	Grade engleze
Apă de izvor Proxi	2,62	1,45	0,262	0,18
F6 Mostiștea	0,92	0,51	0,09	0,06
Codrii Vlăsiei	1,17	0,64	0,11	0,08
Aqualina	0,45	0,24	0,045	0,03
F6 Aqua	2,32	1,27	0,23	0,16

În conformitate cu normele legislative în vigoare, eșantioanele de apă sunt încadrate și sigure pentru consumul uman [3].

În Figura 9 sunt prezentate rezultatele obținute experimental privind determinarea durității magneziului pentru probele de apă prelevate din rețele de distribuție.

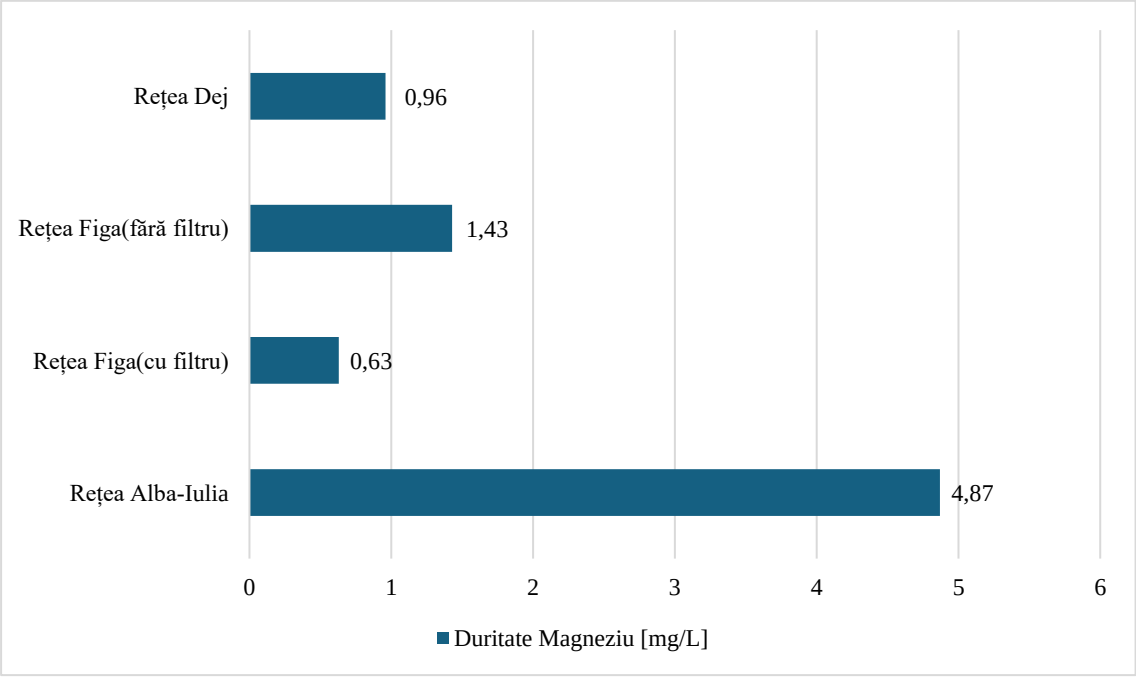


Fig.9.Rezultate obținute experimental privind determinarea durabilității magneziului

În Tabelul 3 sunt prezentate rezultatele obținute experimental ilustrând concentrația ionilor de magneziu convertite în diferite grade de duritate, privind apele prelevate din rețelele de distribuție.

Tabel 3. Rezultate obținute experimental privind concentrația ionilor de magneziu convertite in diferite grade de duritate.

Denumire izvor	Concentrația [mg/L]	Grade germane	Grade franceze	Grade engleze
Rețea Dej	0,96	0,53	0,098	0,067
Rețea Figa(fără filtru)	1,43	0,78	0,14	0,10
Rețea Figa(filtru)	0,63	0,34	0,06	0,04
Rețea Alba-Iulia	4,87	2,67	0,48	0,30

Interpretarea Tabelului 3, în conexiune cu normele legislative în vigoare, arată potabilitatea și siguranța consumului uman în ceea ce privește probele de apă prelevate.

În ceea ce privește rezultatele obținute experimental , din analiza probelor de apă provenite din rețelele de distribuție, reiese că proba din Alba-Iulia este cea mai puternic mineralizată în magneziu (4,87 mg/L), iar cea din Figa (județul Bistrița-Năsăud, cu filtru) prezintă o deficiență în ceea ce privește conținutul de $MgCO_3$.

În privința apelor provenite din izvoare naturale, rezultatele arată că apa prelevată din Izvorul Avram Iancu (Dej, județul Cluj) este cea mai bogată în magneziu, iar Izvorul de la Daia Română (județul Alba) se află la polul opus din punctul de vedere al magneziului conținut în compoziția sa.

Apele provenite din comerț sunt cele lipsite de precizarea compoziției chimice, dar în urma cercetărilor efectuate am determinat faptul că cea mai bogată în magneziu este cea comercializată de firma Proxi, iar cea mai mică cantitate de magneziu este prezentată în cea de la firma Aqualina.

4. Concluzii

Importanța magneziului în apele potabile nu trebuie neglijată. Rezultatele acestei lucrări sugerează că asigurarea unui nivel adecvat de magneziu în apa potabilă are efecte semnificative asupra sănătății populației. Politicile și programele care promovează monitorizarea și îmbunătățirea calității apei potabile, inclusiv nivelul de magneziu, contribuie la reducerea incidenței anumitor afecțiuni și la îmbunătățirea calității vieții. Magneziul din apa potabilă este sigur pentru consumul uman. În ceea ce privește rezultate concrete, studiul efectuat prezintă 3 categorii de ape, dintre care cele mai bogate sunt Rețea Alba-Iulia (4,87 mg/L), apă de izvor Proxi (2,62 mg/L), Izvorul Avram Iancu (5,05 mg/L). Determinarea durității magneziului este o temă importantă în privința potabilității apelor destinate consumului, însă o altă temă la fel de importantă ar fi studiul avantajelor/dezavantajelor concentrațiilor maxime admise asupra populației.

BIBLIOGRAFIE

1. Euser, A. M., Zoccali C., & Jager, K. J *Magnesium and calcium in drinking water and cardiovascular mortality.* Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases, (2011) 21(3), 213-220.
2. Iluțiu – Varvara, D. A. - *"Chimie aplicată".* Editura U.T. PRESS, Cluj -Napoca, 2023.
3. Government of Canada, Publications-*Healthy Living*. Accesat la data de 21 Aprilie 2024.
4. Emilie H., Melle S.S., Susanna C.L., Agneta Å., *Calcium and magnesium in drinking water and risk of myocardial infarction and stroke—a population-based cohort study*, Suedia, 10 Februarie 2023, Accesat la data de 21 Aprilie 2024.
5. Adams S., Pearson H., & Pickering, L. (2017). *Magnesium and water hardness in the United States: An updated historical and geographical survey. Environmental Geochemistry and Health*, 39(4), 1977-1991.
6. Brown, M. J. & Margolis, S. (2015). *Magnesium in Drinking Water and Risk of Death From Acute Myocardial Infarction. Circulation,* 132(20), 1925-1932.
7. *"Role of Magnesium in Public Health: Epidemiological Evidence and Perspective,"* de R. R. Singh.
8. Ordonanța nr.7, 2023, Legea 96/2024.

STUDII PRIVIND PROPRIETĂȚILE OȚELURILOR INOXIDABILE CU APLICABILITATE ÎN DOMENIUL INGINERIEI INSTALAȚIILOR

Autori

Ionuț-Flaviu TIMBUȘ[1], Șerban NĂSTASE[2], Florin-Andrei GODICI[3] , Amelin-Alexandru TARȚA[4]

[1]*Facultatea de Inginerie a Instalațiilor, Universitatea Tehnică Cluj-Napoca,* flaviutim@gmail.com
[2]*Facultatea de Inginerie a Instalațiilor, Universitatea Tehnică Cluj-Napoca,* serban591@gmail.com
[3]*Facultatea de Inginerie a Instalațiilor, Universitatea Tehnică Cluj-Napoca,* andreigodici5@gmail.com
[4]*Facultatea de Inginerie a Instalațiilor, Universitatea Tehnică Cluj-Napoca,* amelintarta@gmail.com

Îndrumător
Conf. Dr. Ing. Dana-Adriana ILUȚIU-VARVARA[1]
[1]*Facultatea de Inginerie a Instalațiilor, Universitatea Tehnică Cluj-Napoca,* Dana.Adriana.Varvara@insta.utcluj.ro

REZUMAT: *Oțelurile inoxidabile reprezintă un grup de materiale extrem de versatile și indispensabile într-o gamă largă de aplicații, cu utilizări semnificative în domeniul instalațiilor. Proprietățile lor remarcabile, care includ rezistența la coroziune, durabilitatea și capacitatea de a face față condițiilor extreme de mediu, le conferă un avantaj distinct în fața altor materiale. În contextul instalațiilor, unde fiabilitatea și siguranța sunt prioritare, oțelurile inoxidabile devin opțiunea preferată pentru numeroase aplicații, de la conducte și accesorii la echipamente complexe. Înțelegerea și însușirea caracteristicilor acestor tipuri de oțeluri va rezulta în utilizarea cât mai eficientă a materialelor, indiferent de domeniul de aplicabilitate necesar. Analiza comparativă a diferitelor tipuri de oțeluri inoxidabile confirmă faptul că diferențele între proprietăți oferă avantaje în situații cheie diferite, astfel extinzând domeniile de aplicabilitate ale oțelurilor inoxidabile.*

Cuvinte cheie: oțeluri inoxidabile, superaliaje, caracteristici, analiză comparativă, aplicabilitate.

1. Introducere

Oțelurile inoxidabile reprezintă un grup de materiale extrem de versatile și indispensabile într-o gamă largă de aplicații, cu utilizări semnificative în domeniul instalațiilor. Proprietățile lor remarcabile, care includ rezistența la coroziune, durabilitatea și capacitatea de a face față condițiilor extreme de mediu, le conferă un avantaj distinct în fața altor materiale. În contextul instalațiilor, unde fiabilitatea și siguranța sunt prioritare, oțelurile inoxidabile devin opțiunea preferată pentru numeroase aplicații, de la conducte și accesorii la echipamente complexe. Această combinație de caracteristici face ca oțelurile inoxidabile să fie esențiale nu doar pentru performanța tehnică, dar și pentru longevitatea și costurile reduse de întreținere pe termen lung, fiind o investiție strategică pentru orice infrastructură industrială sau de utilități.

Această lucrare propune să examineze în profunzime utilizarea oțelurilor inoxidabile în domeniul instalațiilor, explorând beneficiile lor, aspectele de proiectare și implementare, precum și provocările asociate. Vom analiza diverse tipuri de oțeluri inoxidabile, fiecare cu proprietățile sale unice, pentru a înțelege cum se pot adapta aceste materiale la cerințele specifice ale diferitelor aplicații. Prin analizarea literaturii de specialitate și a studiilor de caz relevante, vom evidenția rolul crucial pe care îl joacă aceste materiale în asigurarea funcționării optime a sistemelor de instalații, în condiții variate de exploatare. Aceasta include o privire detaliată asupra comportamentului lor în medii agresive și în prezența agenților corozivi, care reprezintă un test esențial pentru orice material utilizat în instalații.

Prin intermediul acestei lucrări, ne propunem să oferim o perspectivă cuprinzătoare asupra impactului oțelurilor inoxidabile în domeniul instalațiilor, evidențiind avantajele lor, precum și soluțiile tehnice și inovațiile recente care îmbunătățesc performanța și eficiența sistemelor instalate. De asemenea, vom discuta despre cele mai noi tehnologii de prelucrare și tratare a oțelurilor inoxidabile, care permit extinderea aplicabilității lor și îmbunătățirea caracteristicilor de rezistență și fiabilitate. În final, lucrarea va sublinia importanța unei alegeri informate a materialelor în proiectarea și realizarea instalațiilor, arătând cum oțelurile inoxidabile pot contribui la dezvoltarea unor soluții durabile și inovatoare în acest domeniu esențial [1].

2. Proprietăți generale ale oțelurilor inoxidabile

Oțelurile inoxidabile sunt caracterizate în principal de rezistența lor la coroziune, rezultată din formarea unui strat pasiv de oxid de crom la suprafața materialului, care protejează împotriva degradării chimice în medii agresive. Aceste materiale sunt apreciate și pentru estetica lor, fiind disponibile în diverse finisaje și texturi, ceea ce le face atractive pentru aplicații de design și construcție.

Pe lângă rezistența la coroziune, oțelurile inoxidabile demonstrează și durabilitate la temperaturi ridicate, menținându-și proprietățile mecanice și rezistența la coroziune în condiții termice variate. Ele prezintă, de asemenea, o formabilitate și sudabilitate excelente, facilitând modelarea și prelucrarea în diverse forme fără compromiterea integrității structurale.

Suprafețele din oțel inoxidabil au tendința de a respinge murdăria și aderența, fiind mai puțin susceptibile la depuneri de grăsimi, bacterii sau alte impurități. Aceste caracteristici le recomandă pentru aplicații în domeniul igienei și în industria alimentară.

De asemenea, oțelurile inoxidabile pot oferi o gamă variată de rezistență mecanică, în funcție de compoziția și tratamentele termice aplicate. Ele pot fi utilizate în aplicații care necesită rezistență la tracțiune și durabilitate în diverse medii de lucru.

În domeniile de inginerie, materialele utilizate trebuie să reziste atât la condițiile de încărcare necesare cât și la factorii externi. Controlul și înțelegerea proprietăților materialelor sunt esențiale. Proprietățile mecanice ale oțelului pot fi controlate cu atenție prin selecția unei compoziții chimice adecvate, precum și prin procesare și tratament termic, care influențează microstructura finală a materialului.

Aliajele și tratamentele termice folosite în fabricarea oțelului conduc la proprietăți și puncte forte diferite, iar testele sunt esențiale pentru a determina proprietățile finale ale oțelului și pentru a asigura respectarea standardelor corespunzătoare.

Există diverse metode de măsurare utilizate pentru a caracteriza proprietățile unui oțel specific. De exemplu, limitele de curgere, ductilitatea și rigiditatea sunt evaluate prin teste de

tracțiune, în timp ce rezistența la impact este evaluată prin teste de impact. Duritatea este determinată prin măsurarea rezistenței la penetrarea unei suprafețe cu un obiect dur.

Proprietățile fizice ale oțelului sunt legate de conceptele din fizica materialelor, cum ar fi densitatea, conductivitatea termică, modulul elastic, coeficientul Poisson etc. Unele valori tipice ale acestor proprietăți pentru oțel sunt:

- densitatea (ρ) = 7.7 ÷ 8.1 [kg/dm³];
- modulul elastic (E) = 190 ÷ 210 [GPa];
- coeficientul Poisson (ν) = 0.27 ÷ 0.30;
- conductivitatea termică (κ) = 11.2 ÷ 48.3 [W/mK];
- dilatarea termică (α) = 9 ÷ 27 [10^-6/K].

Oțelurile inoxidabile sunt materiale cu proprietăți multifuncționale, esențiale în numeroase industrii și aplicații datorită combinației lor unice de rezistență la coroziune, estetică plăcută, durabilitate termică și mecanică, precum și versatilitate în prelucrare și fabricație.

În figura 1 sunt prezentate caracteristicile oțelurilor inoxidabile:

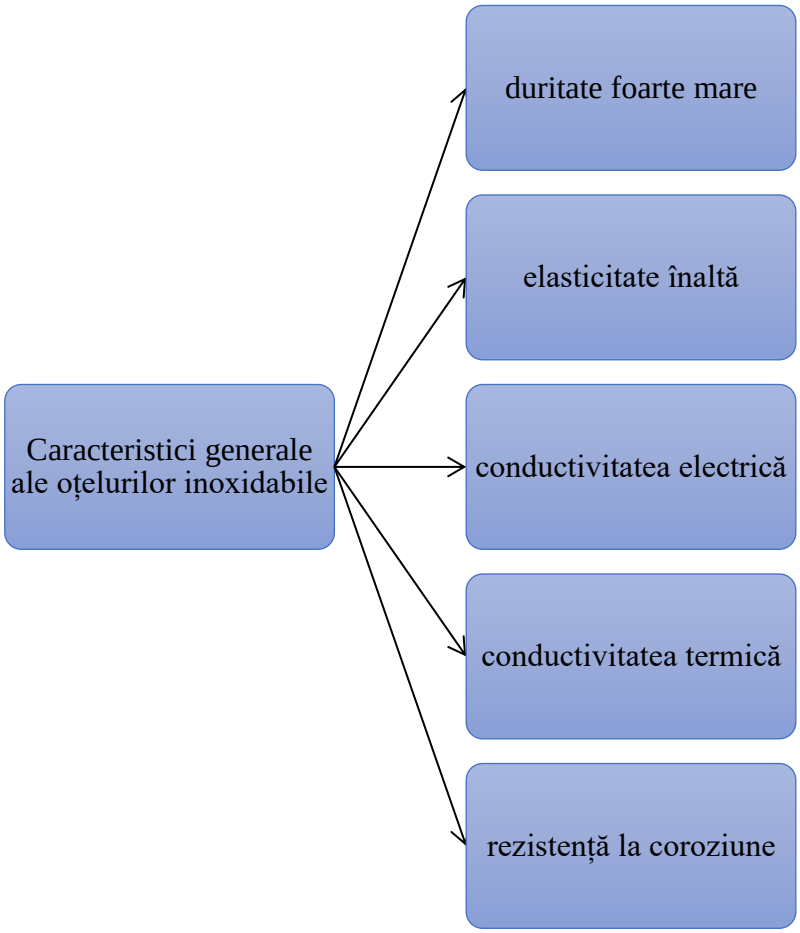


Figura 1. Caracteristici generale ale oțelurilor inoxidabile.

Datorită proprietăţilor avantajoase, oţelurile inoxidabile sunt utilizate în domenii din ce în ce mai variate. Ele pot fi întâlnite în industria chimică, alimentară, construcții civile, dar prezintă un interes crescând şi în industria construcţiilor de maşini şi de uz casnic. În zilele noastre aspectul estetic, precum şi creşterea importanţei protecţiei mediului înconjurător deschid noi perspective de utilizare a oţelurilor inoxidabile, ca de exemplu construcţiile stradale (stâlpi, balustrade, suporţi pentru reclame) şi alte acoperiri decorative de protecţie [4].

Pentru aplicaţiile în care mediul de lucru este foarte agresiv sau temperaturile de lucru sunt ridicate, se utilizează aliaje speciale Ni-Cr ($\%Ni_m$ = 45-70 % şi $\%Cr_m$ = 12-25 %), care au în compoziţie şi mici cantităţi de carbon ($\%C_m$ = 0,01-0,05 %) şi alte elemente de aliere: molibden ($\%Mo_m$ = 2-25 %), wolfram ($\%W_m$ = 3…5 %), fier ($\%Fe_m$ = 2…12 %), niobiu ($\%Nb_m$ = 3…5 %), siliciu ($\%Si_m$ < 2 %), aluminiu, titan, zirconiu. Datorită numărului mare de componente aceste materiale sunt denumite superaliaje [3].

În Figura 2 este prezentată alcătuirea superaliajelor

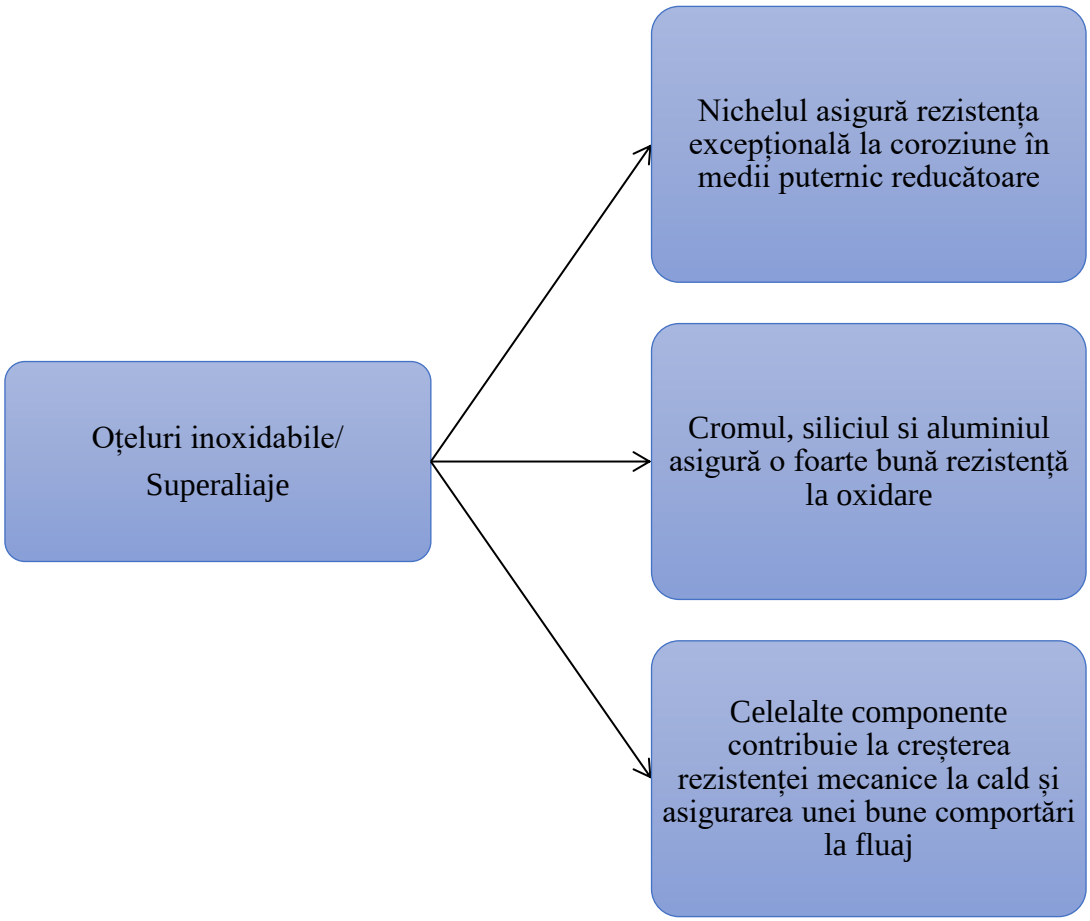


Figura 2. Alcătuirea superaliajelor.

3. Analiza comparativă privind proprietățile și compoziția chimică a oțelurilor inoxidabile

Oțelul inoxidabil este un material extrem de diversificat, iar diferențele dintre tipurile sale sunt determinate în mare măsură de compoziția chimică și structura cristalină.

Tabelul 1. Analiza comparativă a structurii oțelurilor inoxidabile.

	Oțel inoxidabil austenitic	**Oțel inoxidabil martensitic**	**Oțel inoxidabil refractar**	**Oțel inoxidabil duplex**	**Oțel inoxidabil feritic**
Structură	Structură cristalină cubică cu fețe centrate [12].	Structură cristalină martensitică tetragonală [12].	Caracterizate printr-o structură cristalină [12].	Aceste oţeluri combină proprietăţile oţelurilor inoxidabile feritice şi austenitice [3].	Structură cristalină cubică cu corpuri centrate [12].

Tabelul 2. Analiza comparativă a aliajelor oțelurilor inoxidabile.

	Oțel inoxidabil austenitic	**Oțel inoxidabil martensitic**	**Oțel inoxidabil refractar**	**Oțel inoxidabil duplex**	**Oțel inoxidabil feritic**
Aliaje	Crom și nichel în cantități semnificative ceea ce conferă rezistență la coroziune și ductilitate înaltă [6].	Aceasta beneficiază de o rezistență ridicată, dar în detrimentul rezistenței la coroziune [7].	Aliaje speciale Ni-Cr + C, Mo, W, Nb [3].	Prezenţa feritei asigură niveluri ridicate ale rezistenţei mecanice şi rezistenţei la coroziune. Prezenţa austenitei conferă ductilitate şi tenacitate [5].	Nivel ridicat de crom, dar mai puțin nichel decât oțelurile austenitice. Rezistență excelentă la coroziune în medii non-corozive [6].

Tabelul 3. Analiza comparativă a aplicabilității oțelurilor inoxidabile.

	Oțel inoxidabil austenitic	**Oțel inoxidabil martensitic**	**Oțel inoxidabil refractar**	**Oțel inoxidabil duplex**	**Oțel inoxidabil feritic**
Utilizare	Aplicabilitate în industriile alimentare, farmaceutice și chimice, datorită igienei și rezistenței la coroziune	Aplicabilita te unde condițiile de uzură sunt critice, producția de cuțite și instrumente chirurgicale [7].	Aplicabilitate în industria chimică/petro chimică, cuptoarele industrial și turbinele de aviație	Frecvent utilizate în construcția de conducte și fitinguri pentru sisteme de apă, gaz și alte fluide. Rezistență superioară la coroziune, asigurând durabilitatea și siguranța sistemului în timp [13].	Utilizate în echipamentele de uz casnic, automobilele și echipamentele industriale unde coroziunea e minoră.

Tabelul 4. Analiza comparativă a proprietăților oțelurilor inoxidabile, privind elementele de aliere.

Elementele de aliere	**Tipuri de oțeluri inoxidabile**	**Proprietăți**
Crom (Cr)	Oțel inoxidabil feritic	Oțelurile cu concentraţii mari de crom prezintă şi proprietăţi bune de refractaritate [6].
Wolfram (W)	Oțel inoxidabil refractar	Wolframul poate contribui la stabilitatea dimensională a oțelului inoxidabil, menținând forma și dimensiunile pieselor în condiții de lucru variabile sau extreme.
Molibden (Mo)	Oțel inoxidabil austenitic	Adăugarea molibdenului poate crește capacitatea oțelului inoxidabil de a rezista la temperaturi ridicate, făcându-l ideal pentru aplicații în care este expus la temperaturi extreme sau la cicluri repetate de încălzire și răcire [10].
Nichel (Ni)	Oțel inoxidabil duplex	Adăugarea nichelului poate îmbunătăți ductilitatea și formabilitatea oțelului inoxidabil, permițând prelucrarea și formarea mai ușoară a materialului în diverse forme și dimensiuni [5].
Aluminiu (Al)	Oțel inoxidabil feritic	Aluminiul are o densitate mult mai mică decât oțelul, ceea ce duce la o reducere semnificativă a greutății pieselor fabricate din aliere de oțel inoxidabil cu aluminiu. Această proprietate face ca materialele aliate să fie ideale pentru aplicații în care greutatea este un factor crucial [9].

4. Concluzii

Concluzia esențială a acestor cercetări este că oțelurile inoxidabile reprezintă o alegere strategică în ingineria instalațiilor, furnizând soluții durabile, eficiente și economice pentru o gamă largă de aplicații industriale. Aceste materiale nu doar că îndeplinesc cerințele tehnice stricte, dar oferă și o flexibilitate extraordinară în design, ceea ce permite inginerilor să dezvolte sisteme inovatoare și robuste. Astfel, oțelurile inoxidabile devin pilonii centrali ai infrastructurii moderne, asigurând o funcționare sigură și eficientă în diverse domenii, de la producția industrială la sectorul medical și alimentar.

Mai mult decât atât, în contextul preocupărilor actuale privind durabilitatea și protecția mediului, utilizarea oțelurilor inoxidabile poate contribui la reducerea impactului negativ asupra mediului prin prelungirea duratei de viață a instalațiilor și reducerea necesității de întreținere și înlocuire frecventă. Aceste caracteristici nu doar că minimizează resursele necesare pentru întreținere, dar reduc și deșeurile generate, sprijinind astfel eforturile globale de sustenabilitate. Oțelurile inoxidabile, prin rezistența lor la coroziune și capacitatea de a fi reciclate aproape integral, se aliniază perfect cu principiile economiei circulare.

De asemenea, aceste studii oferă o înțelegere mai profundă a modului în care compoziția chimică, procesele de fabricație și tratamentele termice influențează proprietățile oțelurilor inoxidabile și comportamentul lor în diferite medii de lucru. Această cunoaștere detaliată permite optimizarea selectării materialelor pentru aplicații specifice, asigurând astfel performanțe maxime și durabilitate în condiții variate de operare. Înțelegerea profundă a acestor factori este esențială pentru dezvoltarea de soluții tehnice avansate și pentru inovarea continuă în domeniul materialelor.

După studiile privind proprietățile oțelurilor inoxidabile cu aplicabilitate în domeniul ingineriei instalațiilor, un subiect interesant pentru o cercetare ulterioară ar putea fi "Optimizarea performanței oțelurilor inoxidabile prin design și inginerie avansată". Această cercetare ar putea explora modalități de îmbunătățire a performanței oțelurilor inoxidabile prin optimizarea proceselor de proiectare și inginerie. În mod specific, ar putea investiga inovațiile în aliaje, noi tehnici de prelucrare și tratamente termice avansate care să maximizeze durabilitatea, eficiența și rezistența la coroziune. De asemenea, ar putea analiza integrarea noilor tehnologii digitale, precum modelarea computerizată și inteligența artificială, pentru a dezvolta soluții personalizate care să răspundă nevoilor specifice ale fiecărui proiect.

În concluzie, oțelurile inoxidabile se dovedesc a fi esențiale nu doar pentru performanța tehnică și economică a instalațiilor, dar și pentru sustenabilitatea pe termen lung a infrastructurilor moderne. Cercetările viitoare în acest domeniu au potențialul de a revoluționa ingineria materialelor, aducând beneficii semnificative pentru industrie și mediu deopotrivă.

BIBLIOGRAFIE

1. Smith J., Brown K.,*Stainless Steels in Infrastructure: Applications, Benefits, and Challenges*, Journal of Materials Engineering and Performance, 2019.
2. Oprescu T., *Tratamentul termic al oţelurilor inoxidabile: sinteză documentară*, Bucureşti : INID, 1976.
3. Iluțiu – Varvara D. A., *Chimie aplicată*, Editura U.T. PRESS, Cluj -Napoca, 2023.
4. Oprea C., *Oţeluri_Domenii_de_utilizare_caracteristice.*

5. V. Muthupandi, P. Bala Srinivasan, Other A.N., *Effect of nickel and nitrogen addition on the microstructure and mechanical properties of power beam processed duplex stainless steel (UNS 31803) weld metals*, India, 18 April 2005
6. Yu Y., Shironita S., Other A.N., *Effect of chromium content on the corrosion resistance of ferritic stainless steels in sulfuric acid solution*, Japonia, 22 Noiembrie 2018.
7. Krauss G., *"Martensitic Stainless Steels." Materials Science and Technology: A Comprehensive Treatment.* Volumul 2.
8. Davis, Joseph R. *Stainless Steels, ASM Specialty Handbook: Stainless Steels. Russell Township: ASM International*, 1994.
9. Lula R. A., and J. C. Lippold. *Weldability of Ferritic Stainless Steels,* Welding Journal 78.9 (1999)
10. William D., and David G. Rethwisch. *Materials Science and Engineering: An Introduction*, 9th edition,2014.
11. American Society for Testing and Materials (ASTM*). Standard Specification for Martensitic Stainless Steel Bars, Forgings, and Forging Stock for High-Temperature Service*, ASTM A565/A565M-10, ASTM International.
12. Xiamen Yujinxiang Industrie & TradeCo.,Ltd., *Înțelegeți Structura Și Clasificarea Profesională A Oțelului Inoxidabil?*, 2023, China.
13. Fontana M.G., Greene N.D., *Corrosion Engineering Handbook*, CRC Press, 1996.

STUDIU PRIVIND MONTAREA UNUI SISTEM FOTOVOLTAIC PE CLĂDIREA FACULTĂȚII DE INGINERIE A INSTALAȚIILOR

Autor
Mihai S. VELȚAN [1], Alexandru M. NEAG [2], Lehel T. SZABÓ [3]
[1]*Facultatea de Inginerie a Instalațiilor, Universitatea Tehnica din Cluj-Napoca,*
sebyveltan@yahoo.com
[2]*Facultatea de Inginerie a Instalațiilor, Universitatea Tehnica din Cluj-Napoca,*
alexandru_neag@yahoo.com
[3]*Facultatea de Inginerie a Instalațiilor, Universitatea Tehnica din Cluj-Napoca,*
szaboleheltihamer@gmail.com

Îndrumător
Conf.dr.ing. Călin Nicolae CIUGUDEANU
Facultatea de Inginerie a Instalațiilor, Universitatea Tehnica din Cluj-Napoca,
calin.ciugudeanu@insta.utcluj.ro

REZUMAT: *În prezenta lucrare sunt prezentate caracteristicile unui sistem fotovoltaic destinat Facultății de Inginerie a Instalațiilor, în vederea reducerii facturilor de energie electrică prin utilizarea energiei solare gratuite și regenerabile. Amplasarea panourilor fotovoltaice pe clădiri este o practică tot mai răspândită pentru generarea de energie verde. Avantajele includ reducerea dependenței de sursele tradiționale de energie și diminuarea emisiilor de gaze cu efect de seră. O analiză economică detaliată este necesară pentru a evalua beneficiile și riscurile asociate cu adoptarea energiei fotovoltaice în contextul economic al prosumatorilor din România. Simularea energiei electrice generate de sistemul fotovoltaic propus a fost simulată cu ajutorul programului software al Uniuni Europene PVGIS.*

Cuvinte cheie: panouri fotovoltaice, radiație solară, energie, eficiență energetică

1. Generalități

În zilele noastre multe Instituții de Învățământ superior nu beneficează de sisteme fotovoltaice care să le genereze energie electrică, în multe dintre aceste instituții sunt racordate la rețeaua electrică a orașului din care fac parte.

Panourile solare colectează energie regenerabilă, curată sub formă de lumină solară și transformă acea lumină în energie electrică care poate fi apoi utilizată pentru a furniza energie pentru sarcini electrice [1]. Panourile solare sunt compuse din mai multe celule solare individuale, care sunt ele însele compuse din straturi de siliciu, fosfor (care asigură sarcină negativă) și bor (care oferă sarcina pozitivă) [2]. Panourile solare absorb fotonii și, prin aceasta, inițiază un curent electric. Energia rezultată generată de fotonii care lovesc suprafața panoului solar permite electronilor să fie scoși din orbitele lor atomice și eliberați în câmpul electric generată de celulele solare, care apoi trage acești electroni liberi într-un curent direcțional. Întregul proces este cunoscut sub numele de Efectul Fotovoltaic. Când lumina soarelui atinge semiconductorul din celula fotovoltaică solară, energia luminii, sub formă de fotoni, este absorbită, eliberând un număr de electroni, care apoi derivă liberi în celulă. Celula solară este proiectată special cu semiconductori încărcați pozitiv și negativ, îmbinați împreună pentru a crea un câmp electric [3].

2. Radiația solară in România

România se află în zona europeană B de însorire, ceea ce oferă locuitorilor avantaje reale pentru a economisi energie și respectiv bani, dacă utilizează energia solară.

România se găsește într-o zonă geografică cu acoperire solară bună, având 210 zile însorite pe an și un flux anual de energie solară cuprins între 1000 kWh/m^2/an și 1300 kWh/m^2/an. Din aceasta cantitate de energie se pot capta între 600 și 800 KWh/m^2/an.

Distribuţia geografică a potenţialului energetic solar din România relevă faptul că peste 50% din teritoriu oferă un flux anual de radiaţie solară medie ce variază între 1000 – 1500 kWh/m^2. În privinţa valorilor lunare, radiaţia solară atinge valori maxime în luna iunie respectiv 1,49, iar valori

minime în luna februarie de 0,34 kWh/m^2/zi. Potenţialul energetic solar este dat de cantitatea medie de energie solară primită în plan orizontal, care este estimată la circa 1100 kWh/m^2/an în România [2].

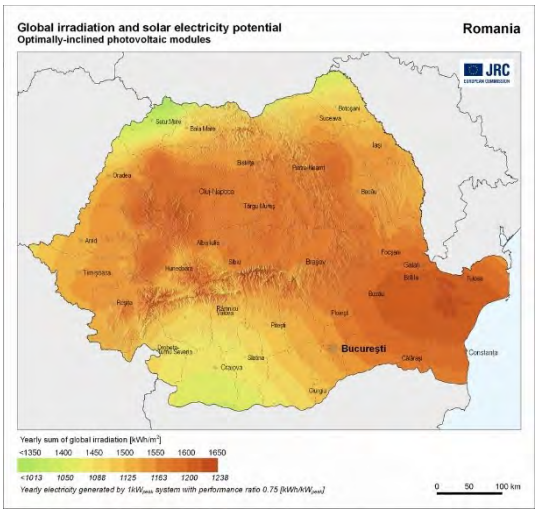


Fig.1 Harta radiației solare şi potenţialul energetic solar-Romania [4]

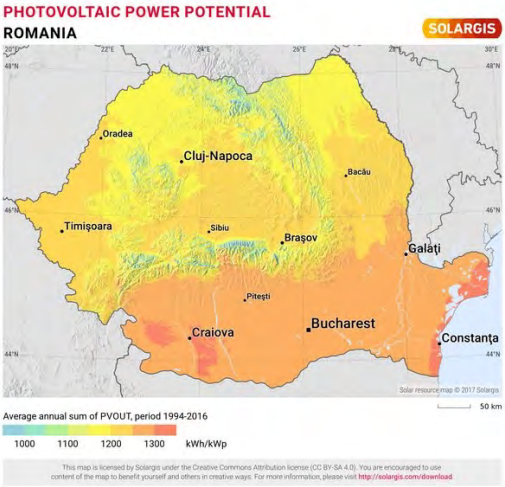


Fig.2 Harta potentialelor puteri obținute cu panouri fotovoltaice-Romania [4]

3. Studiu de caz

Ca studiu de caz, a fost aleasă clădirea Universității Tehnice din Cluj-Napoca, sediul Facultății de Inginerie a Instalațiilor, strada B-dul 21 Decembrie 1989, nr. 128-130. Clădirea este de tip P+3E și dispune de o suprafață utilă de 4776 m^2, acoperișul are o înclinație de 10%. Aceasta mai are un corp de laboratoare de tip P+E, cu o înclinație de 30% a acoperișului. Pentu acest sudiu am prevăzut trei sisteme de panouri fotovoltaice fiecare având particularitățile sale. Sistemul unu cuprinde 144 de panouri fotovoltaice cu azimut de -24º(SE), al doilea sistem este format din 63 panouri și cu azimut de -116º (NE), iar sistemul al treilea cu 63 de panouri și azimut de 58º (ȘV). Puterea panourilor fotovoltaice fiecărui sistem este de 460W [5].



Fig.3 Reprezentarea sistemelor de panouri fotovoltaice

a)Simularea expunerii solare a panourilor fotovoltaice

În primul rând s-a analizat dispunerea solară a sistemelor pentru a evita umbrirea asupra panourilor fotovoltaice. A fost folosit software-ul ShadeMap [6]. Așa cum putem observa din imaginea de mai jos, faptul că doar intervalul orar 8:00-19:40 în data de 21 Iunie vor beneficia sistemele 1, 2 și 3 de energie solara, urmând că în afara intervalului sistemul 3 va fi dezavantajat datorită faptului că panourile solare vor fi umbrite.

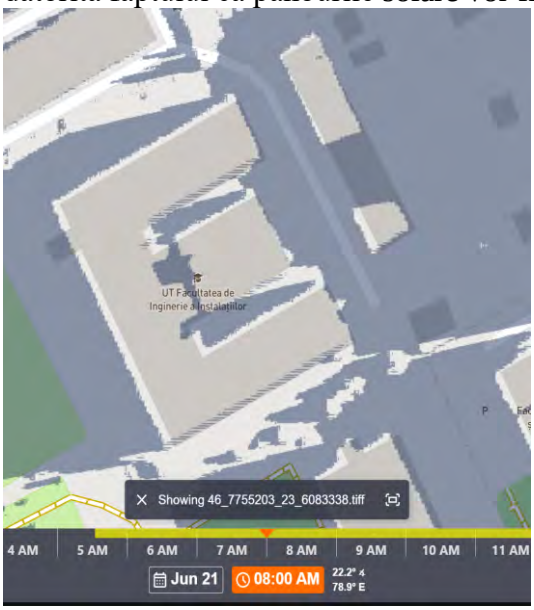


Fig.4 Dispunerea solară în data de 21 Iunie ora 8.00 AM

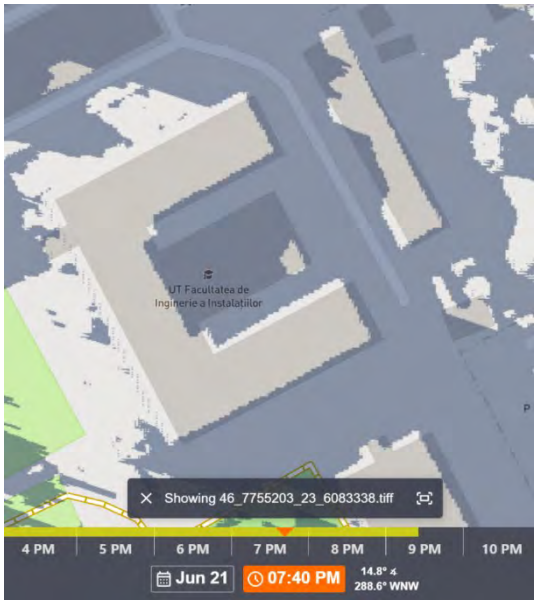


Fig.5 Dispunerea solară în data de 21 Iunie ora 7.40 PM

Pe măsură ce sezonul rece începe, radiația solară și intervalul orar în care este lumină se modifică astfel încât lumina provenită de la soare nu vă fi disponibilă la fel de mult timp că în perioada sezonului cald. Această schimbare va duce la o producție mai mică de energie electrică de către panourile solare comparativ cu perioada caldă. Observăm în (Figura 7) că în data de 21 decembrie, în intervalul orar 9:30 - 15:00, doar sistemele 1 și 2 vor beneficia mai mult de radiația solară în comparație cu sistemul 3, care va fi afectat într-o măsură mai mare de umbra față de primele doua sisteme.

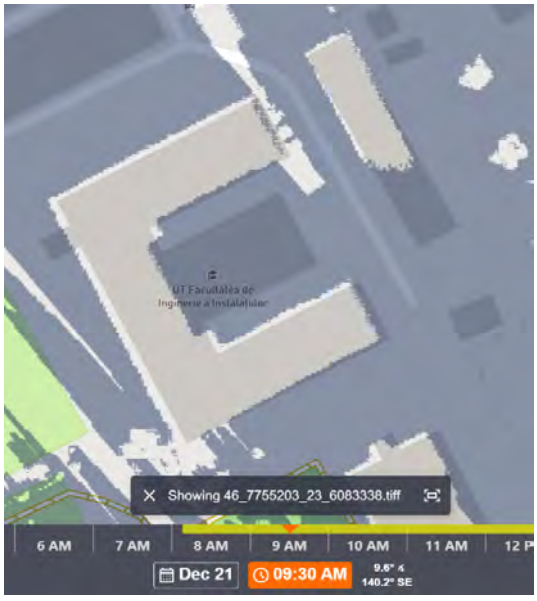


Fig.6 Dispunerea solară
în data de 21 Decebrie ora 9.30 AM



Fig.7 Dispunerea solară
în data de 21 Decembrie ora 3.00 PM

b) Producția medie lunară de energie electirca

După cum se poate observa în (Tabelul 1), Sistemul 3 produce mai multă energie electrică decât Sistemul 2 pe parcursul unui an.

Tabelul 1.Producția și consumul mediu lunar al energiei electrice pentru sistemele propuse

Luna	Energia electrica consumata de facultate	Sistemul 1	Sistemul 2	Sistemul 3	Sistemul 1 si 2	Sistemul 1 si 3	Energia electrica consumata din retea cu sistemul 1 si 3	Energia electrica livrata în retea cu sistemul 1 si 3
	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh	kWh
Ianuarie	10116	2204	698	1030	2902	3234	7214	0
Februarie	9178	3283	1126	1516	4409	4799	4769	0
Martie	9771	5834	2179	2543	8013	8377	1758	0
Aprilie	8744	7654	3044	3250	10698	10904	0	2160
Mai	4485	8687	3628	3546	12315	12233	0	7748
Iunie	4071	9240	3917	3774	13157	13014	0	8943
Iulie	4643	9570	4024	3914	13594	13484	0	8841
August	3307	8899	3583	3714	12482	12613	0	9306
Septembrie	5130	6879	2593	2977	9472	9856	0	4726
Octombrie	11321	5048	1691	2334	6739	7382	4582	0
Noiembrie	12611	2943	889	1418	3832	4361	8779	0
Decembrie	10139	1866	554	901	2420	2767	7719	0
Total	**93516**	**72107**	**27926**	**30917**	**100033**	**103024**	**34821**	**41724**

Pentru simularea rezultatelor a fost utilizat programul PVGIS [7]. Primul pas a fost să alegem locația, apoi tipul sistemului fotovoltaic utilizat, după aceasta au fost definite puterea fotovoltaică instalată, azimut[°] și pierderile sistemului care sunt de 14 %.

Tabelul 1 evidențiază consumul de energie electrică a facultății, dar și producția celor 3 sisteme popuse. După cum se poate observa că a trebuit să alegem 2 sisteme pentru a putea acoperii necesarul de energie electrică a facultății.

Pentru a ilustra mai clar diferențele dintre sisteme pe parcursul unui an, după cum se poate observa din (Figura 6). Aici se pot observa diferențele de producție ale fiecărui sistem în comparație cu celelalte. Sistemul 1, având 144 de panouri cu o putere de 460 W, este esențial pentru furnizarea majorității energiei electrice necesare. Sistemele 2 și 3 au fiecare 63 de panouri cu o putere de 460 W, însă există o diferență notabilă de productivitate între ele. Am ales Sistemul 3 deoarece ne furnizează mai multă energie electrică în sezonul rece, când consumul este cel mai mare.

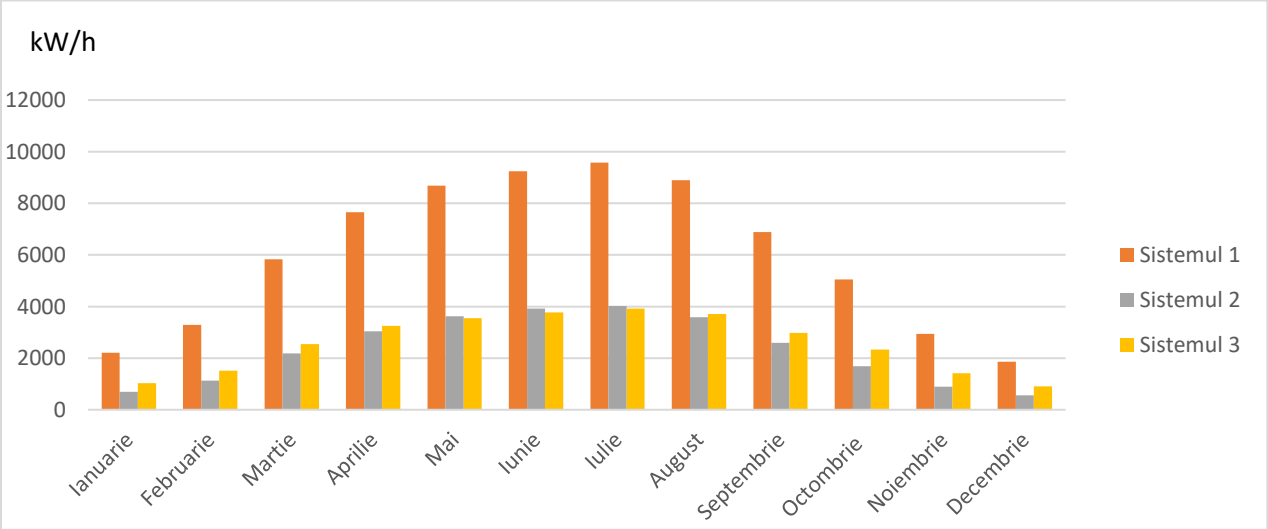


Fig.8 Producția lunară de energie electrică pentru sistemele fotovoltaice propuse

c) Analiză de preț comparativă

În urma folosirii ”COMPARATOR OFERTE TIP DE FURNIZARE A ENERGIEI ELECTRICE” care se regăsește pe website-ul de la Autoritatea Națională de Reglementare în domeniul Energiei (ANRE), am obținut o listă formată din 29 de oferte ofertate de către furnizorii de energie electrică, din care valoarea cea mai mică din lista prețurilor a fost de 1 leu/kWh, iar valoarea cea mai mare a fost de 1,64 lei/kWh [8]. Dintre aceste valori rezultă mai departe că valoarea medie este de 1,32 [lei/kWh]. Pe lângă aceste valori mai trebuie să ținem cont că pretul energiei livrate în rețea este de cca. 0,8 lei/kWh.

Sistemele 1 și 3 vor consuma din rețea o cantitate de 32216 kWh, ceea ce va genera un cost în valoare de 4349,6 lei. Ulterior, cele două sisteme vor livra în rețea o cantitate de 41724 kWh, evaluată la 33379,2 lei. Un aspect important al faptului că panourile solare au abilitatea de a livra energie electrică care este în surplus înapoi în rețea prin intermediul net-metering, acesta este un instrument de facturare electrică care utilizează rețeaua electrică pentru a „stoca” energia excesivă produsă de sistemele 1 și 3. În cazul sub net-metering, energia produsă de panourile solare care nu va fi utilizată de clădirea facultății este creditată înapoi. În situația în care ziua vă fi înnorată sau ploioasă, când panourile nu produc suficientă energie, rețeaua electrică va furniza energie clădirii facultății și va lua în considerare această energie în funcție de creditele acumulate în timp [9].

În prezent, facultatea plătește anual aproximativ 126246,6 lei pentru energia electrică, iar după amplasarea sistemelor 1 și 3, vă obtine un profit de 10112,4 lei.

Dacă luăm în considerare costul aproximativ al sistemelor de 410874 lei, această investiție se va amortiza în aproximativ 3,5 ani.

4. Concluzie

Scopul lucrării a fost de a propune cel mai performant sistem de panouri fotovoltaice. În urma calculelor am decis să folosim sistemul 1 și 3, deoarece obținem o producție anuală mai mare comparativ cu cazul în care am fi ales sistemul 1 și 2. În eventualitatea extinderii consumului cu noi echipamente cum ar fi un chiller sau stații de încarcare electrică pentru mașini, putem introduce și sistemul 2 pentru a mări producția de energie electrică și a asigura un autoconsum cât mai mare. Sistemele vor produce energie pe toate palierele orare ale zilei prin orientarea diferită a acestora EST-SUD-VEST.

Luând în considerare că hidrocentralele și centralele nucleare sunt principalele surse de producție a energiei electrice în România, este esențial să ne gândim la diversificarea surselor de energie [10]. În acest context, amplasarea panourilor fotovoltaice pe clădirile instituțiilor de învățământ superior, cum ar fi facultățile, poate juca un rol crucial. Aceasta nu numai că ar contribui la eficiența energetică și la reducerea emisiilor de carbon, dar ar oferi, o oportunitate valoroasă pentru studenți de a învăța despre tehnologiile de energie regenerabilă într-un mediu practic.

În concluzie, țara noastră se bazează în prezent pe hidrocentrale și centrale nucleare pentru producția de energie. Există un potențial semnificativ pentru a exploata energia solară, în special în cadrul clădirilor educaționale unde consumurile mai mari sunt înregistrate pe perioada zilei. Prin instalarea panourilor fotovoltaice pe clădirile facultăților, putem nu numai să diversificăm sursele noastre de energie, dar și să educăm generația viitoare despre importanța și beneficiile energiei regenerabile.

BIBLIOGRAFIE

[1] Solar energy; accesat la data de 15.04.2024,
https://www.nationalgeographic.com/environment/article/solar-power

[2] Celulele fotovoltaice; accesat la data de 15.04.2024,
https://solarinnova.net/ro/produse/fotovoltaice/celulele

[3] Potențialul energetic al României; accesat la data de 17.04.2024,
https://www.ecoven.ro/Articole/potentialul-energetic-solar-al-romaniei ,

[4] Performance of grid conected PV; accesat la data de 20.04.2024,
https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/

[5] Google Earth - locația facultății de instalații; accesat la data de 20.04.2024,
https://www.google.com/maps/@46.774871,23.6078397,108a,35y,39.4t/data=!3m1!1e3?entry=ttu ,

[6] Dispunerea solară; accesat la data de 22.04.2024,
https://shademap.app

[7] Productia lunară de energie electrică; accesat la data de 23.04.2024,
https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/

[8] Comparator oferte tip de furnizare a energiei electrice; accesat la data de 23.04.2024,
https://posf.ro/comparator?comparatorType=electric

[9] Contorizarea Rețelei Solare Ce Ar Trebui Să Știți; accesat la data de 06.05.2024,
https://ro.dsisolar.com/info/solar-net-metering-what-you-should-know-69444708.html

[10] Distribution of electricity generation in Romania in 2022, by source; accesat la data de 06.05.2024,
https://www.statista.com/statistics/1236358/romania-distribution-of-electricity-production-by-source/

Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca
Facultatea de Construcții

Sesiunea Națională de Comunicări Științifice Studențești, ediția a XXII-a
Cluj-Napoca, 17-18 Mai 2024

PREMII

Comisia 2 (Ingineria Instalațiilor)

Premiul	Numele și prenumele autorului/autorilor	Instituția de învățământ	Titlul lucrării	îndrumător/ Îndrumători
I	Mara DUMITRESCU Claudia TODORAN	UTCN Facultatea de Inginerie a Instalatiilor	EXPLORAREA POTENȚIALULUI DIFERITELOR TIPURI DE POMPE DE CĂLDURĂ INTEGRATE ÎN HUB-URILE ENERGETICE: ANALIZA FEZABILITĂȚII ȘI EFICIENȚEI	Constantin CILIBIU
II	Jacint Tivadar PÓKA Ionel- Cosmin POTRA	UTCN Facultatea de Inginerie a Instalatiilor	EVALUAREA SISTEMULUI DE ILUMINAT AL FACULTĂȚII DE INGINERIE A INSTALAȚIILOR DIN CLUJ-NAPOCA	Călin CIUGUDEAN
III	Mihai-Sebastian VELȚAN Alexandru NEAG Lehel SZABO	UTCN Facultatea de Inginerie a Instalatiilor	STUDIU PRIVIND MONTAREA UNUI SISTEM FOTOVOLTAIC PE CLADIREA FACULTATII DE INGINERIE A INSTALATIILOR	Călin CIUGUDEAN
Mentiune	Șerban NĂSTASE Ionuț-Flaviu ȚIMBUȘ	UTCN Facultatea de Inginerie a Instalatiilor	CETĂRI PRIVIND DETERMINAREA DURITĂȚII CALCIULUI PENTRU DIFERITE EȘANTIOANE DE APE POTAI	Dana-Adriana ILUȚIU - VARVARA
Mentiune	Teodor PĂUȘAN Vasile CACIOR	UTCN Facultatea de Inginerie a Instalatiilor	EVALUAREA EFICIENTEI ENERGETICE PENTRU UN SISTEM DE ILUMINAT AFERENT UNEI SALI DE SPECTACOLE	Călin CIUGUDEAN

Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca
Facultatea de Construcții

Sesiunea Națională de Comunicări Științifice Studențești, ediția a XXII-a
Cluj-Napoca, 17-18 Mai 2024

Comisia 3

CĂI FERATE, DRUMURI ȘI PODURI (CFDP)
INGINERIE URBANĂ ȘI DEZVOLTARE REGIONAL (IUDR)
AMENAJĂRI CONSTRUCȚII HIDROTEHNICE(ACH)

1. Șef l.dr. ing. Mădălina CIOTLĂUȘ – președinte
2. Șef l.dr.ing. Alexandra DANCIU
3. Șef l.dr.ing. Mirela BECA
4. Șef l.dr.ing. Nicolae CIONT
5. Șef l.dr.ing Lucian ȘTEFAN
6. Student BOT Ileana – III CFDP

Membri supleanți:

1. Șef l.dr. ing. Dorin BĂRBĂNȚĂ
2. Șef l.dr. Vladimir MARUSCIAC

OPTIMIZAREA ACCESIBILITĂȚII ARIILOR URBANE: IMPLEMENTAREA DE NOI INTERSECȚII DE AUTOSTRADĂ

Autori
Diana S. BANDULĂ[1], Georgiana Larisa D. JURJE[2]
[1]*Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, dianabandul@yahoo.com*
[2]*Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, jurjegeorgiana@yahoo.com*

Îndrumător
S.L. Dr. Ing. Andrei CLITAN
Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Andrei.Clitan@cfdp.utcluj.ro

REZUMAT: *Creșterea mobilității, adică a capacității de deplasare a persoanelor și mărfurilor, este un obiectiv important pentru orice regiune sau țară. Implementarea de noi intersecții de autostradă poate juca un rol cheie în atingerea acestui scop, deoarece poate reduce ambuteiajele, poate îmbunătații siguranța și poate scurta timpul de călătorie.*
Tipul și forma nodului de circulație este în funcție de volumul și compoziția traficului, de relieful zonei, dar se ține seama și de simplicitatea în efectuarea manevrelor, regularitatea în efectuarea schimbului de trafic și uniformitatea funcțională.
Distanța dintre nodurile de autostradă poate varia considerabil în funcție de mai mulți factori. Spre deosebire de alte state ale lumii unde distanța dintre nodurile de autostradă este cuprisă între 2 și 5 km, România are o medie cuprinsă între de 20 și 30 km. Reducând această distanță prin implementarea de noi intersecții, precum soluția propusă de implementare a unui nou nod de autostradă la Săndulesti, între Gilău și Turda pe Autostrada A3, prezentat ca studiu de caz, putem crește mobilitatea și odată cu ea să îmbunătățim conectivitatea între diferite regiuni, facilitarea transportului de marfă și creșterea accesibilității către zonele turistice, ceea ce ar putea stimula creșterea industriei turismului și ar putea avea beneficii economice și sociale semnificative.

Cuvinte cheie: Trafic; Autostradă; Nod de Circulație; Săndulești; Conectivitate.

1. Introducere

Optimizarea accesibilității ariilor urbane este esențială pentru a asigura un flux eficient și sigur al traficului. Aceasta vizează îmbunătățirea accesibilității și eficienței transportului de pasageri și mărfuri, reducerea congestionării traficului și creșterea siguranței rutiere. Prin implementarea unor măsuri de optimizare, cum ar fi construirea de noi intersecții de autostradă, se poate îmbunătăți în mod semnificativ mobilitatea, având un impact pozitiv asupra calității vieții și a dezvoltării durabile a orașelor.

2. Implementarea de noi intersecții de autostradă

Studiile recente indică faptul că tipul și forma intersecțiilor influențează direct performanța rețelei de transport. Prin urmare, la proiectarea acestora trebuie să ia în considerare volumul de trafic, compoziția acestuia, caracteristicile geografice ale zonei și să asigure o funcționalitate și siguranță optimă.

2.1 Evaluarea nevoii de noi intersecții

Conform Raportului Forumul Economic 2019, România se situează pe locul 119 din 141 de țări analizate prin prisma calității infrastructurii rutiere. România se situează pe ultimul loc în Europa în ceea ce privește nr. de km de autostradă la 100.000 de locuitori, la nivelul anului 2019, 848,12 km din lungimea rețelei de transport rutier de interes național de 17.091 km fiind la nivel de autostradă. [1].

Comparativ cu alte țări, unde distanța medie între nodurile de autostradă este între 2 și 5 kilometri, România prezintă o medie între 20 și 30 de kilometri. Această distanță mare între intersecții poate limita mobilitatea și conectivitatea între regiuni.

În prezent, există o nevoie acută de dezvoltare a acestor intersecții, având în vedere creșterea accelerată a numărului de mașini si a traficului rutier.

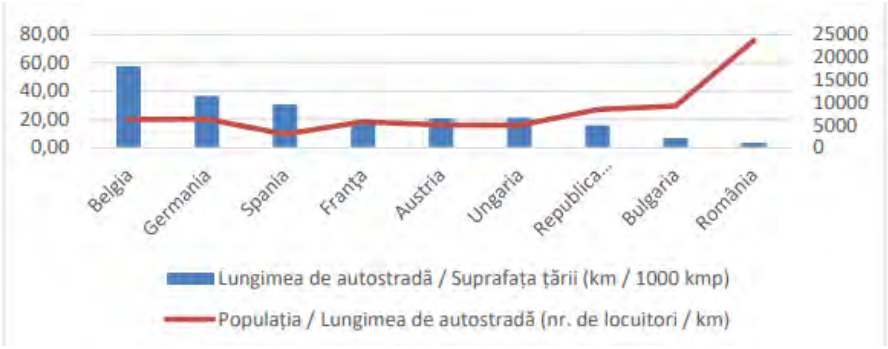


Figura 1. Nr. de km de autostradă la 100.000 de locuitori, 2019. [2]

2.2 Identificarea locațiilor potrivite pentru construcție

Identificarea locațiilor potrivite trebuie să fie o prioritate pentru autoritățile competente.

Între traseul unei autostrăzi și racordarea la rețeaua rutieră a regiunii străbătute există o strânsă legatură, ceea ce impune ca sistematizarea rețelei existente și amplasarea nodurilor de circulație să se studieze odată cu traseul autostrăzii.

Sistemul de noduri de circulație trebuie studiat, în ansamblul său, în funcție de principalele localități ce trebuie deservite și de caracteristicile rețelei rutiere locale, ținând totodată seama de condițiile de circulație care trebuie asigurate pe autostradă și care nu permit noduri prea apropiate sau prea depărtate între ele.

Astfel, după normele tehnice franceze, distanța recomandabilă între două noduri de circulație succesive este de 10-30 km, gama de valori în care se înscriu și prescripțiile din majoritatea celorlalte țări. Ca exceptie, în apropierea marilor localități sau în regiuni cu localități numeroase, distanța se poate reduce, dar nu poate coborî sub un minim de 2 km, în funcție de viteza de referință a autostrăzii. [3].

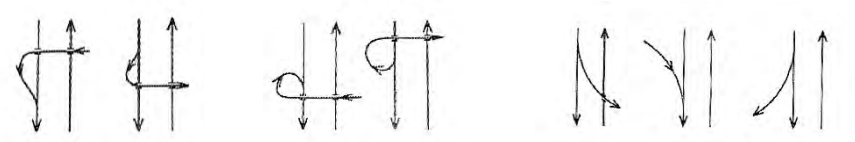
2.3 Proiectarea și construcția noilor intersecții

Nodurile rutiere pot avea diverse forme, funcție de complexitatea situației și de topografia locală. Ele fac obiectul unor studii și proiecte dedicate. Relația dintre sensuri se realizează prin bretele, cu un sens sau două de circulație. Vizibilitatea se asigură prin amenajări adecvate, prin degajarea spațiului de toate obstacolele care ar putea să o reducă.

În general, nodurile sunt alcătuite din:

- una sau mai multe lucrări de artă- pasaje denivelate;
- bretele - care asigură legătura între ramurile intersecției;

Figura 2. Tipuri de bretele (diagonale semidirecte, bucle, diagonale directe). [4].



- sectoarele de autostradă, respectiv drum, cuprinse între extremitățile bretelelor.

Pentru orice nod, problemele care apar în stabilirea schemei și a drumului care va trece pe deasupra sau dedesubt, sunt legate atât de topografia zonei, care nu poate să nu favorizeze nici una din situații sau influența sa este determinantă și de elementele autostrăzii predominante, astfel încât alegerea se va adapta traseului acesteia mai degrabă decât amplasării.

Ca o regulă generală, un proiect care se încadrează în topografia existentă este cel mai bun din punct de vedere estetic și economic, așa că va fi o prioritate în proiectare. Când topografia nu este un criteriu, de exemplu în cazul suprafețelor plate, trebuie studiate mai multe elemente, ținând seama de avantajele și dezavantajele fiecăreia. [4].

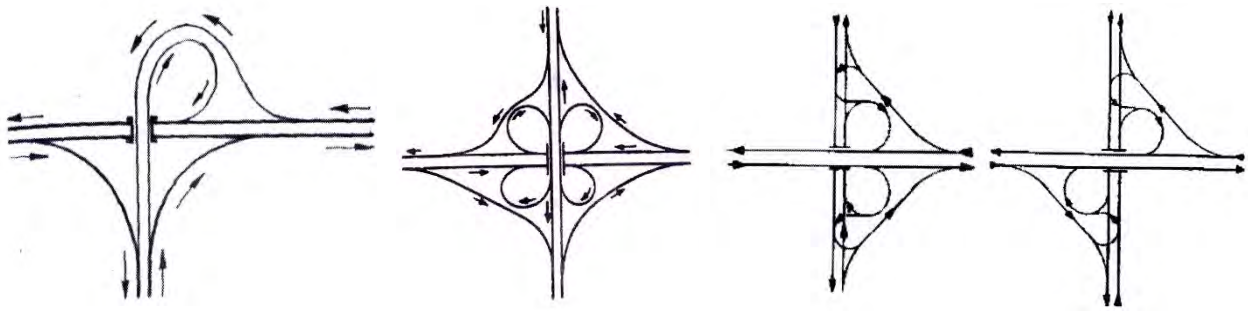


Figura 3. Exemple de tipuri de Noduri Rutiere (nod tip trompetă, nod tip treflă, nof tip semitreflă). [4]

3. Provocări în implementarea de noi intersecții de autostradă

3.1. Necesitatea relocării infrastructurii existente

Implementarea de noi intersecții de autostradă adesea necesită relocarea infrastructurii existente, cum ar fi utilitățile subterane sau rețelele de transport. Această relocare poate fi complexă și costisitoare, deoarece presupune adaptarea și reconstrucția rețelelor pentru a se potrivi cu noile intersecții. De asemenea, se impune o planificare riguroasă pentru a minimiza perturbările și disconfortul pentru comunitățile învecinate.

3.2. Probleme de trafic și congestie în timpul construcției

Pe durata construcției noilor intersecții de autostradă, pot apărea probleme de trafic și congestie care pot afecta mobilitatea și confortul conducătorilor auto. Reducerea liniilor de circulație disponibile sau închiderea temporară a unor căi de acces pot cauza întârzieri semnificative și frustrare pentru șoferi. De asemenea, modificările temporare ale rutelor de circulație pot necesita semnalizare și dirijare suplimentară, creând condiții de trafic complexe și adăugând dificultăți suplimentare pe durata construcției.

4. Soluții pentru implementarea de noi intersecții de autostradă

4.1. Studii de fezabilitate și planificare riguroasă

Un prim pas esențial în implementarea de noi intersecții de autostradă este realizarea unor studii de fezabilitate detaliate și o planificare riguroasă. Aceste studii ar trebui să includă evaluarea necesităților de trafic, analiza impactului asupra mediului înconjurător, precum și identificarea celor mai potrivite locații pentru noile intersecții.



Figura 4. Elaborare studiu de fezabilitate și proiect tehnic de execuție privind realizarea a 3 noduri rutiere pe autostrăzile A1, A2, A3, în zona sud-est a României. [5].

4.2. Utilizarea tehnologiilor avansate în construcții

O altă soluție importantă pentru implementarea de noi intersecții de autostradă este utilizarea tehnologiilor avansate în construcții. Tehnologii precum BIM (Building Information Modeling), utilizarea dronelor pentru monitorizare și cartografiere, sau tehnici moderne de construcție și materiale inovatoare pot contribui semnificativ la eficientizarea procesului de construcție și la reducerea costurilor asociate.

4.3. Implementarea unui sistem eficient de semnalizare și dirijare a traficului

Pentru a asigura o funcționare eficientă a noilor intersecții de autostradă, trebuie să se implementeze un sistem eficient de semnalizare și dirijare a traficului. Aceasta poate include utilizarea semafoarelor inteligente, a senzorilor de trafic și a sistemelor de gestionare a traficului bazate pe tehnologii avansate, precum și implementarea de soluții de control al vitezei și a accesului în funcție de condițiile de trafic.

5. Studiu de caz

Am ales drept studiu de caz problema care există în județul Cluj legată de distanța dintre două noduri consecutive de autostradă. Intersecțiile în cauză sunt Nodul Rutier Gilău și Nodul Rutier Turda care aparțin Autostrăzii A3. Distanța dintre aceste 2 intersecții este de 43 kilometri.



Figura 5. Nodul Rutier Gilău (Autostrada A3).



Figura 6. Nodul Rutier Turda (Autostrada A3)

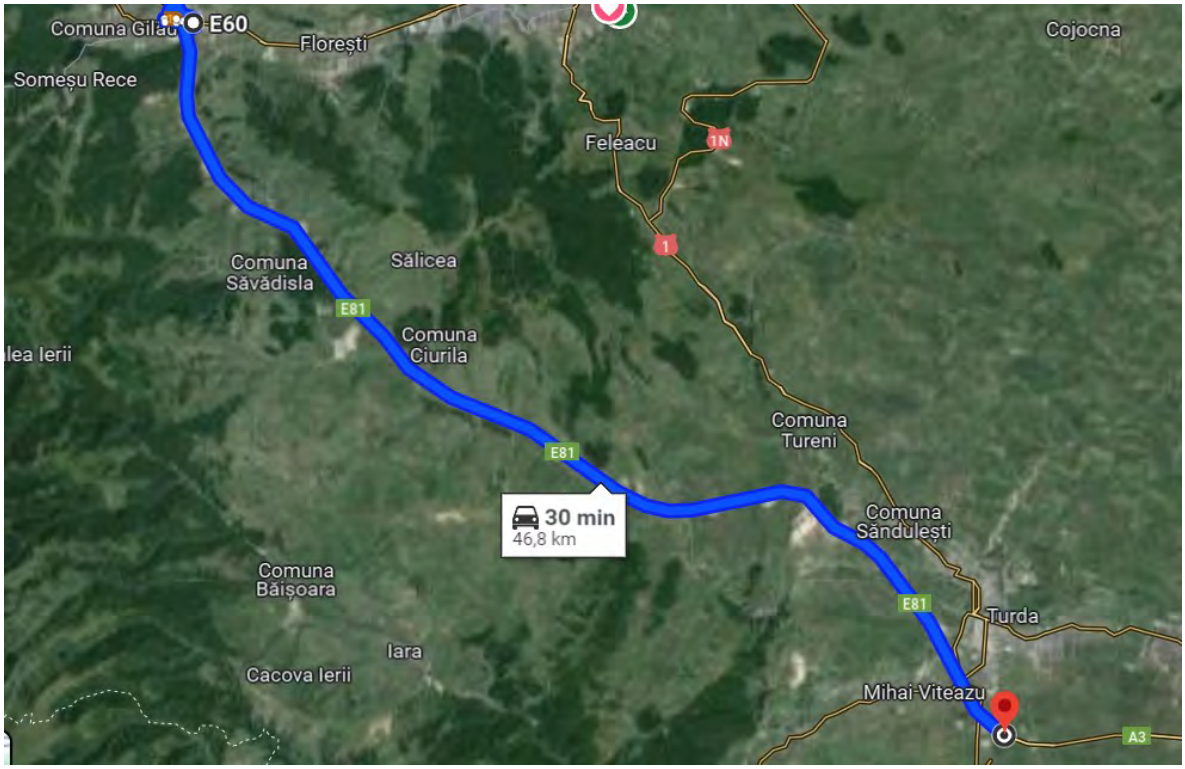


Figura 7. Distanța dintre Nodul Rutier Gilău-Turda (Autostrada A3)

Pentru a rezolva această problemă am propus o soluție proprie pentru realizarea viitorului Nod Rutier Săndulești. Demararea investigațiilor de teren pentru realizarea Nodului Rutier Săndulești a fost realizată de către specialiștii CNAIR în perioada 19.07.2023-31.12.2023.

Am ales ca soluție pentru această problemă, realizarea unui nod rutier cu 4 ramuri de tip romb numit și diamant sau intersecție olandeză. Este cel mai simplu nod cu 4 ramuri. Nodurile de tip romb asigură o viteză sporită pentru autovehiculele care intră și ies de pe autostradă și necesită o suprafață de teren redusă.

Bretelele, 4 la număr se clasifică drept diagonale directe și sunt proiectate doar cu o bandă de 4 metri, două benzi de încadrare de 2x0,25 metri și două acostamente de 2x0,75 metri.



Figura 8. Propunere soluție proiect Nod Rutier Săndulești (Autostrada A3)

A fost necesară relocarea drumului județean DJ 103G, deoarece în locul acestuia am ales poziționarea uneia dintre bretele care asigură ieșirea de pe Autostrada A3 dinspre Gilgău.



Figura 9. Relocarea drumului județean DJ 103G (înainte și după relocare)

Prin urmare, realizarea noului nod rutier de la Săndulești ar reduce timpul de călatorie, aglomerația și ar stimula dezvoltarea economiei locale, făcând, de exemplu, accesul la Cheile Turzii mai ușor și mai rapid.

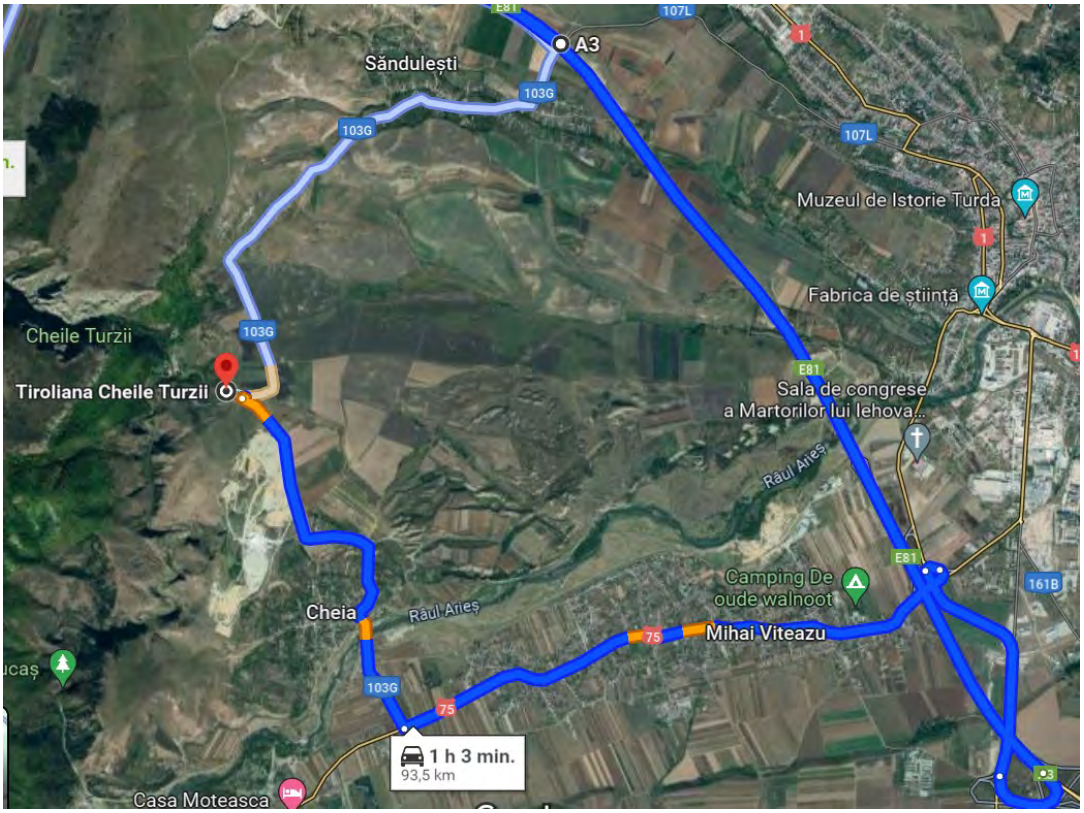


Figura 10. Traseul parcurs de la Nodul Rutier Gilău pâna la Cheile Turzii

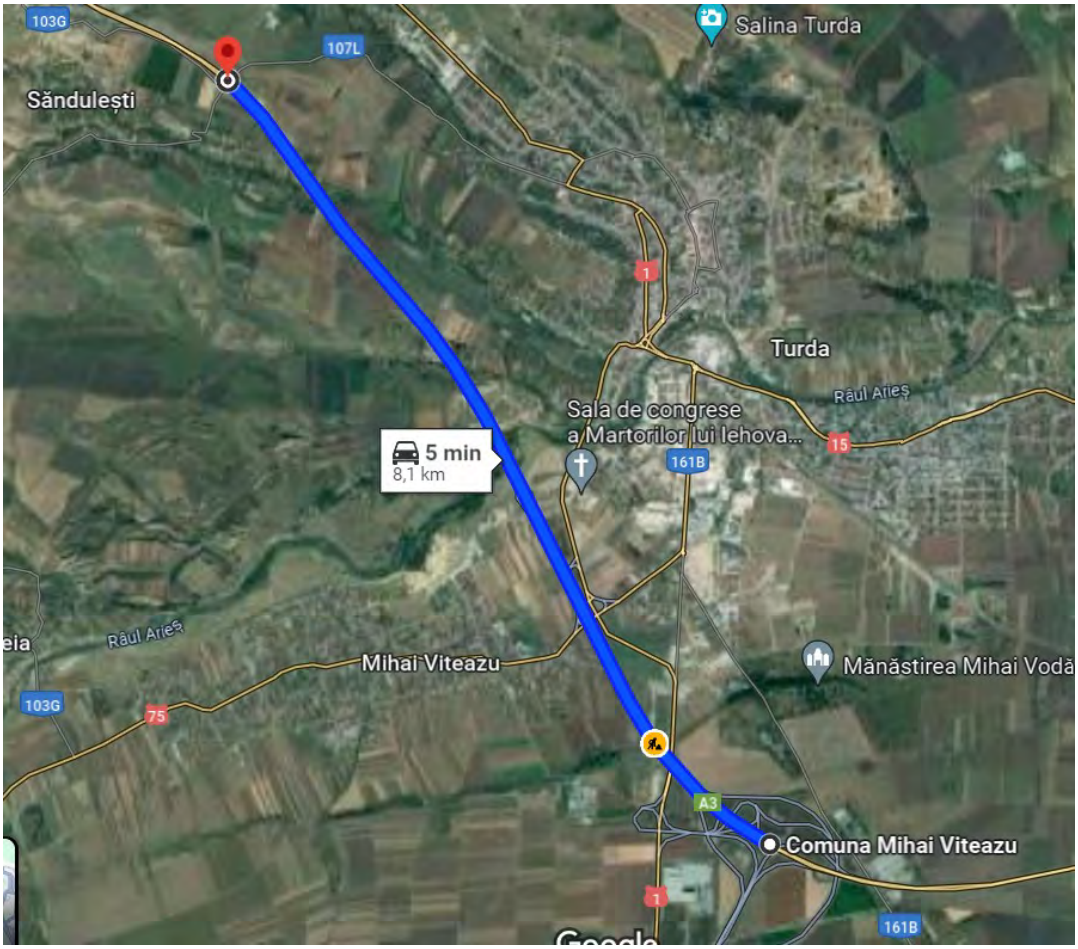


Figura 11. Distanța dintre Nodul Rutier Sândulești-Turda (Autostrada A3)

6. Concluzii

Intersecțiile de autostradă bine proiectate sunt esențiale în atingerea unui trafic fluid, reducând semnificativ ambuteiajele, timpul de călătorie și crescând siguranța deplasărilor.

Prin reducerea aglomerației, aceste intersecții pot contribui, de asemenea, la reducerea emisiilor vehiculelor, deoarece mersul la relanti în ambuteiaje este o sursă majoră de poluare.

De asemenea, conectivitatea este îmbunătățită prin aceste intersecții. Astfel se poate stimula creșterea economică și favoriza circulația mărfurilor și a persoanelor.

Prin facilitarea transportului rapid și eficient, se deschid noi oportunități de afaceri și se încurajează investițiile în regiuni mai puțin dezvoltate. Infrastructura rutieră modernă și bine conectată poate atrage noi companii, favorizând dezvoltarea industrială și crearea de locuri de muncă.

Astfel, prin stimularea turismului si facilitarea accesului la zone rurale, intersecțiile de autostradă contribuie la creșterea veniturilor locale și la dezvoltarea durabilă a regiunilor.

BIBLIOGRAFIE

1. Planul Național de Relansare și Reziliență- Martie 2021- MINISTERUL INVESTIȚIILOR ȘI PROIECTELOR EUROPENE, 40.
2. Strategia națională STI pentru rețeaua de drumuri naționale și autostrăzi-2020, 18.
3. AUTOSTRĂZI/ M. BOICU, L. NICOARĂ, S. DOROBANȚU, H. ZAROJANU- Editura Tehnică București-1981, 132-133.
4. Autostrăzi/ Mihai Iliescu, Filomea Săvoiu.-Cluj-Napoca: Editura U.T. Press, 2013, 69-79.
5. https://monitorizari.hotnews.ro/stiri-infrastructura_articole-24809210-contract-proiectare-noduri-rutiere-autostrazi-bucuresti-a1-ionesti-a2-dragos-voda-a3-gruiu.htm

DETERMINAREA CAPACITĂȚII ABSORBȚIEI DE ENERGIE A TORCRETULUI ARMAT CU FIBRE DE POLIETILENĂ ÎN CAZUL TORCRETĂRII UNUI TUNEL

Autori
Florena Antonia C. BORSOSZKI[1],Andrei. P. DRĂGUȘ [2],
Lucian. P. DRĂGUȘ[3], Vladislav. R. SANNICOV[4]
[1]*Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca borsoszkiflorena@yahoo.ro*
[2]*Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca andrei2000dragus@yahoo.com*
[3]*Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca lucian2001dragus@yahoo.com*
[4]*Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca sannicovlad@yahoo.com*

Îndrumători
S.L. Dr. Ing. Mădălina CIOTLĂUȘ[5]
S.L. Dr. Ing. Oana GHERMAN[6]
[5]*Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca madalina.ciotlaus@infra.utcluj.ro*
[6]*Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca oana.gherman@dst.utcluj.ro*

REZUMAT:
Determinarea energiei absorbite de torcretul armat cu fibre de polietilenă în timpul torcretării unui tunel este crucială pentru asigurarea rezistenței și durabilității structurii. Procesul de torcretare presupune aplicarea unui strat de beton proiectat în mod pneumatic pe suprafețele interioare ale tunelului, iar adăugarea de fibre de polietilenă îmbunătățește rezistența la întindere și împiedică fisurarea. În această metodă determinarea energiei absorbite implică realizarea unor probe în laborator pe baza unor rețete de beton simplu și beton care conține diferite cantități de fibră de polietilenă: 3; 4 și 5 kg/mc. Totodată propunem o variantă de beton armat cu fibre metalice pentru a le compara pe din punct de vedere economic. Pe betonul proaspăt s-a determinat: răspândirea acestuia, temperatura, densitatea și raportul A/C. După 28 de zile am supus probele la încercarea de compresiune. Rezultatele acestor teste de absorbție oferă informații esențiale despre capacitatea materialului de a absorbi energie sub diferite încărcări și condiții, permițând inginerilor să optimizeze compoziția și procesul de torcretare pentru a asigura o structură rezistentă și durabilă a tunelului.

Cuvinte cheie: tunel, torcret, fibre de polietilenă, tehnologii de torcretare, rezistență, fibre de oțel, beton cu fibre.

1. Introducere

Tunelul este o construcție inginerească, deseori foarte ingenioasă, care permite realizarea unei căi de comunicație subterane, străbătând, după un anumit traseu, masa rocilor de munte (tuneluri de munte), a rocilor din orașe la mică adâncime (metrouri și alte tuneluri orășenești) sau a rocilor de sub fundul apelor (tuneluri sub ape curgătoare, lacuri sau strâmtori maritime). Cele mai lungi tuneluri din lume sunt: Tunelul de bază Gotthard, Tunelul Seikan, Tunelul Canalului Mânecii și Tunelul Laerdal.

1.1 Generalități

Clasificarea tunelurilor se face în funcție de: modul de execuție, scop, amplasament și forma căptușelii. După modul de execuție acestea pot fi în realizate în tranșee deschise sau executate în subteran. Urmărind scopul lor ele pot fi tuneluri rutiere, de cale ferată, metrouri, apeducte, pentru navigație sau tuneluri hidrotehnice. Amplasamentul joacă și el un rol important. Fie că tunelurile se află într-o zona de munte, urbană sau chiar pe fundul apelor ele trebuie să răspundă la cerințele impuse de condițiile geologice și hidrologice din zona respectivă. Nu în ultimul rând, forma

căptușelii poate să difere de la o boltă pleoștită la una ovoidală sau circulară până chiar la una în formă de clopot sau de potcoavă[1][2.]



Figura 1.Tunel rutier bitub, Wilbur Cross Parkway, Connecticut, SUA [1]



Figura 2. Diferite forme ale căptușelilor [13]

2. Torcretarea tunelurilor

Torcretul sau șprit betonul este folosit pentru stabilizarea galeriei și pentru umplerea golurilor prin injectare. Este utilizat că o măsură de sprijin pentru tunelurile care folosesc Noua Metodă Austriacă de execuție a tunelurilor. Torcretul este aplicat ca element de susținere, pentru a preveni slăbirea masei de rocă și a terenului traversat/străpuns. Betonul torcretat poate să fie armat sau nearmat, acesta având în compoziție ciment, nisip, apă si aditivi.
Torcretul este armat fie cu plasă de sârma, cu fibre metalice sau chiar de polietilenă. Atunci când se folosește torcretul armat cu fibre metalice sau de polietilenă, nu mai este nevoie de utilizarea armă-turilor, atât din motive structurale cât și din motive constructive. [3]
Grosimea stratului de torcret poate varia în funcție de cerințele specifice ale proiectului și de condi-țiile geologice, însă de obicei este între 5 și 10 cm.

2.1 Tehnologii de realizare a torcretării

Punerea in operă a torcretului se poate realiza prin două procedee: umed sau uscat. În cazul proce-deului umed, betonul este pre-amestecat cu ajutorul unei pompe de beton, fiind transportat prin intermediul unor conducte sau furtunuri la duză. Pentru o priză rapidă se folosesc acceleratori, care sunt adăugați la duză împreună cu aerul comprimat.
Duza trebuie direcționată, ori de câte ori este posibil, perpendicular pe suprafața de aplicare, pentru a produce un strat cu densitate și grosime optime, la o distanta adecvată de suprafața masivului pentru a obține o compactare bună [6].



Figura3. Tehnologie de torcretare [4]



Figura 4. Tehnologie de torcretare [5]

3. Programul experimental

3.1 Compoziția de beton utilizată

În cadrul acestui program experimental am optat pentru a folosi o rețetă de beton ce conține diferite cantități de fibre de polietilenă sau fibre metalice, realizată din:

Tabelul 1. Compoziție beton pentru probele turnate

	Proba 1 (martor)	**Proba 2 (3kg PP)**	**Proba 3 (4kg PP)**	**Proba 4 (5kg PP)**	**Proba 5 (35kg F.M.)**
Nisip 0-4 [kg]	804	804	804	804	804
Nisip 4-8 [kg]	910	910	910	910	910
Parte fina [kg]	21	21	21	21	21
Ciment [kg]	420	420	420	420	420
Apa [l]	200	200	200	200	200
Aditivi [kg]	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2
Fibre de polietilena [kg]	-	3	4	5	-
Fibre metalice [kg]	-	-	-	-	35

Pentru a respecta cerințele de calitate legate de calitate în prepararea rețetei este esențial să respectăm raportul A/C de 0.50 pentru a ne încadra în clasa de expunere dorită, în cazul acesta XF1 și clasa betonului C30/37. Acesta ne asigură respectarea calității, performanței și lucrabilității în conformitate cu NE 012/1-2022 [7].

3.2 Tipuri de materiale utilizate

Fibrele de polietilenă SikaFiber® Force-50 sunt fibre sintetice proiectate pentru a înlocui armarea tradițională cu oțel oferind o serie de beneficii: reducerea cantității de armare din oțel, distribuirea solicitărilor și creșterea proprietăților structurale [8].
Fibrele metalice Sika® Fiber® ST 50 sunt fibre metalice cu caracter structural folosit pentru armarea dispersă a betoanelor mărind rezistențele la încovoiere si tracțiune, reducând totodată posibilitatea formarii de fisuri la suprafața betonului [9].

Adaosul pentru beton SikaFume® HR/TU este partea fina formata din dioxid de siliciu, iar odată ce este amestecat în masa betonului are ca efect creșterea coeziunii betonului și reducerea necesarului de apă. Betonul devine mai păstos, iar lucrabilitatea este substanțial îmbunătățită [10].

Aditivul folosit Sika® ViscoCrete® SC-900 este un superplastifiant cu efect puternic de fluidizare și de menținere în timp a lucrabilității, având totodată un efect de stabilizare al amestecului [11].



Figura 5. Materiale utilizate

3.3 Tehnologie de realizare

În faza premergătoare turnării s-au pregătit cofrajele necesare pentru determinarea absorbției de energie (plăci pătrate cu latura de 600 mm și înălțimea de 100 mm) și rezistența la compresiune (cuburi cu latura de 150 mm).
În prima etapă am adăugat nisipul de sort 4-8, urmat de sortul 0-4 și partea fină; în a doua etapă am adăugat cimentul, apa și fibrele pentru armare, iar la final aditivul pentru îmbunătățirea lucrabilității. Timpul de malaxare a fost de 5 minute.



Figura 6. Cofraje



Figura 7. Vibrarea cuburilor pe masa vibrant

4. Încercări

4.1 Încercări pe betonul proaspăt: lucrabilitatea și densitatea în stare umedă

Cea mai importanta încercare pe betonul proaspăt este lucrabilitatea. Aceasta se determina cu ajutorul metodei tasării betonului proaspăt sub greutate proprie. Pentru efectuarea încercării am utilizat trunchiul de con cu înălțimea de 300 mm din tablă galvanizata. Procedura include curățarea și pregătirea trunchiului și a mesei, umplerea acestuia cu beton în trei straturi, fiecare reprezentând aproximativ o treime din înălțimea totală. În timpul umplerii, trunchiul se menține fix pe suprafața mesei. Se ridica vertical trunchiul de con, fără deplasări laterale sau răsuciri. Imediat după ridicarea trunchiului de con masa se lasă in cădere libera de la aproximativ 10 cm de 10 ori, apoi se măsoară amprenta betonului (Figura 8 & Figura9).



Figura 8. Răspândire înainte de batere



Figura 9. Răspândire finală

Densitatea în stare umeda a fost determinată pe fiecare cub cu ajutorul diferenței în urma cântăririi fiecărui cofraj gol, respectiv plin și este reprezentata în tabelul 2.

Tabelul 2. Caracteristici ale betonului proaspăt

	Proba 1 (martor)	**Proba 2 (3kg PP)**	**Proba 3 (4kg PP)**	**Proba 4 (5kg PP)**	**Proba 5 (35kg F.M.)**
Timp început (ora:min)	15:25	16:40	17:06	17:55	18:23
Timp final (ora:min)	15:33	16:45	17:11	18:00	18:28
Temperatura	22.8°C	22.8°C	22.8°C	22.8°C	22.8°C
Răspândire	65 cm	69 cm	69 cm	70 cm	69 cm
Densitate [kg/mc]	2323.51	2361.48	2330.37	2302.22	2358.51

4.2 Încercări pe betonul întărit: densitate, încercare la compresiune, absorbția de energie

Tabelul 3. Densitatea în stare uscată

	Proba 1 (martor)	**Proba 2 (3kg PP)**	**Proba 3 (4kg PP)**	**Proba 4 (5kg PP)**	**Proba 5 (35kg F.M.)**
Densitate [kg/mc]	2311.62	2350.37	2336.29	2314.07	2362.22

Tabelul 4. Rezistența la compresiune

	Proba 1 (martor)	**Proba 2 (3kg PP)**	**Proba 3 (4kg PP)**	**Proba 4 (5kg PP)**	**Proba 5 (35kg FM)**
Forța de rupere [kN]	774	1189.41	1410.67	1443.7	1539.81
Rezistența [MPa]	38.94	52.86	62.70	64.16	68.43

Din tabelul 4 putem observa o creștere a rezistentei la compresiune cu 35% pentru proba 2, cu 61% pentru proba 3, 62% pentru proba 4 și 75% pentru proba 5 față de proba 1 (martor).

Absorbția de energie a fost determinată conform standardului SR EN 14488-5:2006, pe plăci cu latura de 600x600x100. Viteza încărcării a fost constantă, acționând cu 1mm/min. în centrul plăcii sub acțiunea unui bloc de oțel cu dimensiuni de 100x100x20mm.

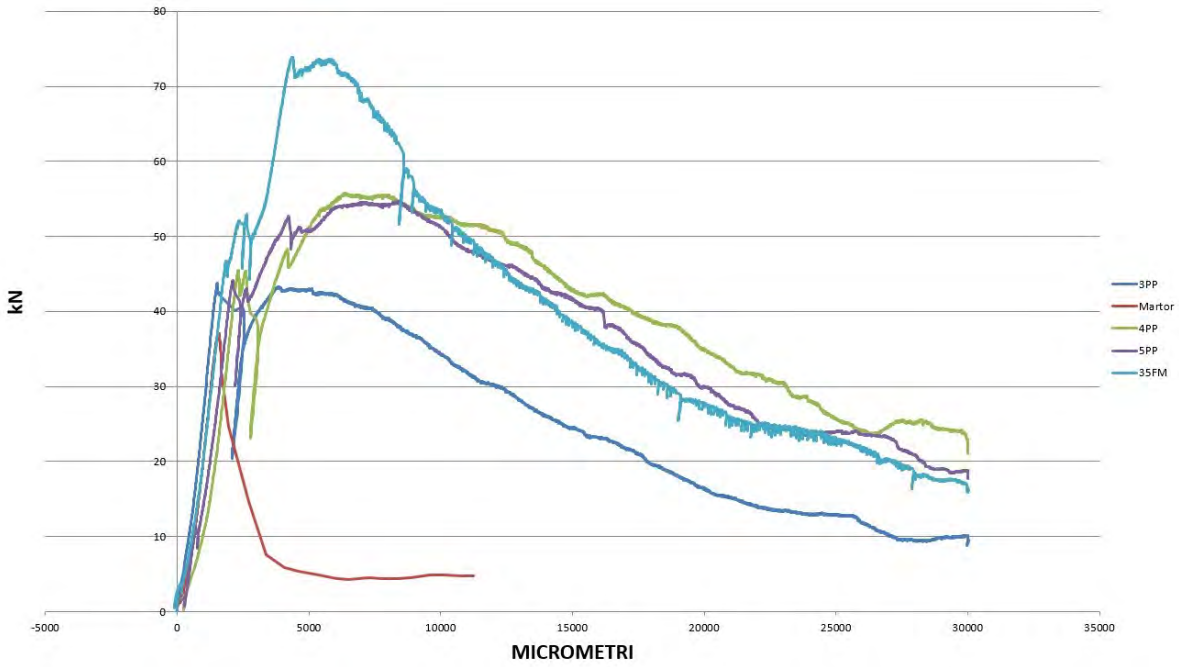


Figura 10. Curbă de sarcină - deformare

Sarcina și deformarea au fost înregistrate în mod continuu până când s-a atins o deformare de cel puțin 30 mm (Figura 10).

Rezultate

Rezultatele au fost exprimate din curba de sarcină/deformare reprezentând lucrul mecanic efectuat în funcție de deformare. Capacitatea de absorbție a energiei in jouli este raportată ca fiind suprafața de sub curba de sarcină/deformare între 0 și 25mm (Figura 11).

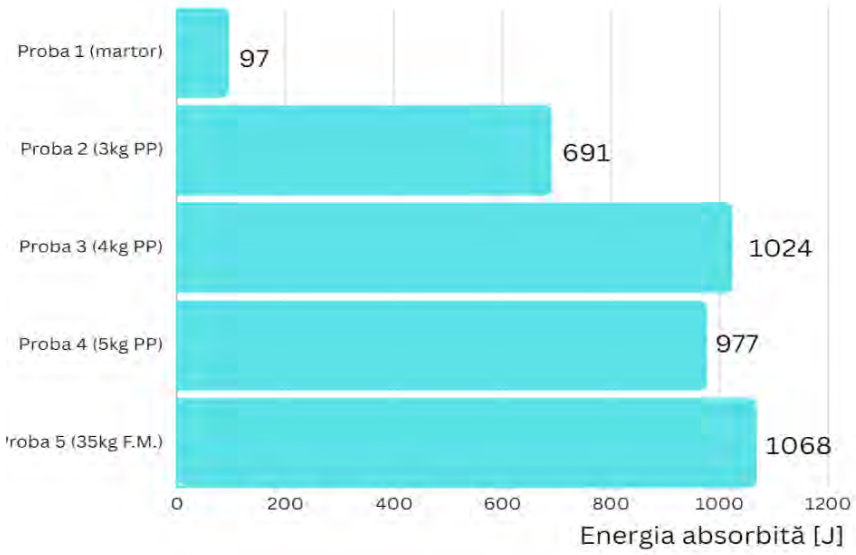


Figura 11. Energia absorbită



Figura 12. Încercare absorbție energie



Figura 13. Fisură prin încovoiere

Tabel 5 Costuri ale betonului torcretat

	Preț (RON/kg)	**1mc beton armat cu fibre metalice**	**1mc beton armat cu fibre de polietilena (3kg)**	**1mc beton armat cu fibre de polietilena (4kg)**	**1mc beton armat cu fibre de polietilena (5kg)**
Ciment	0.81	341.56	341.56	341.56	341.56
Apa	0.0075	1.50	1.50	1.50	1.50
Nisip 0-4	0.49	395.24	395.24	395.24	395.24
Nisip 4-8	0.50	453.90	453.90	453.90	453.90
Aditiv	7.96	33.43	33.43	33.43	33.43
Parte fină	12.89	291.48	291.48	291.48	291.48
Fibre de polietilenă	54.50	-	163.50	218.00	272.50
Fibre metalice	12.94	452.90	-	-	-
Total [RON]	-	1970.01	1680.61	1735.11	1789.61

În urmă determinărilor și a încercărilor experimentale pe care le-am abordat în această lucrare științifică, am constatat că fibrele de polietilenă sporesc considerabil proprietățile finale ale betonului. Înlocuiesc armarea tradițională cu plasă oțel și oferă o serie de beneficii precum: îmbunătățirea performanțelor betonului final, reducerea costurilor, a timpului și scăderea riscurilor privind siguranța și protecția muncii.

Din perspectiva absorbției de energie (Figura 11) proba 4 prezinta o scădere a eficienței cu 9% față de proba 5, proba 3 prezinta o scădere cu 4% față de proba 5, iar proba 2 cu 54% față de proba 5.

Din punct de vedere economic, față de rețeta cu fibre metalice, rețeta cu fibre de polietilena în cantitate de 3 kg este mai ieftina cu 15%, rețeta cu fibre de polietilene în cantitate de 4kg este mai ieftina cu 12%, iar cea cu 5 kg cu 10%.

Interpretând rezultatele obținute în urmă absorbției de energie, am observat că proba 3 ce conține 4 kg de fibre de polietilenă s-a apropiat de proba 5 ce conținea 35 kg de fibră metalică; diferența fiind doar cu 4% mai mare pentru torcretul care are în compoziție fibre metalice. Din punct de vedere al rezistenței la compresiune proba 3 este cu 9% mai puțin rezistentă decât proba 5. Totodată, trebuie să luăm în considerare și faptul că rețeta cu fibre de polietilenă este mai ieftina cu 12% față de cea cu fibre metalice, iar printre avantaje putem enumera și uzura redusa a pompelor de beton, a furtunurilor și a duzelor utilizate. Fibrele de polietilenă față de cele metalice sau armarea clasica cu plasă nu ruginesc iar amprenta lor de carbon este redusă.

Având în vedere toate cele menționate mai sus proba cu cele 4kg de polietilenă s-a dovedit a fi cea mai profitabilă din punct de vedere tehnico-economic.

BIBLIOGRAFIE

1. https://ro.wikipedia.org/wiki/Tunel
2. https://www.fhwa.dot.gov/engineering/geotech/library_listing.cfm
3. Alexandra Raluca Moldovan, Augustin Popa Tuneluri-Elemente de proiectare, UTPRESS, 2014, ISBN 978-973-662-933-4
4. https://cuvintulscris.wordpress.com/2014/09/23/torcretare-beton-servicii-rapide-si-de-calitate/
5. https://can.sika.com/en/construction/shotcrete-tunnelingmining/tunneling.html#shotcrete
6. SR EN 14487-2:2007 *Beton care se aplică prin pulverizare. Partea 2: Executare*
7. NE 012/1-2022 *Normativ pentru producerea și executarea lucrărilor din beton, beton armat și beton precomprimat - Partea 1: Producerea betonului*
8. FISA TEHNICA A PRODUSULUI SikaFiber® Force-50
9. FISA TEHNICA A PRODUSULUI Sika®Fiber® ST50
10. FISA TEHNICA A PRODUSULUI SikaFume® HR/TU
11. FISA TEHNICA A PRODUSULUI Sika® ViscoCrete® SC-900
12. SR EN 14488-5:2006 *Încercări pe beton care se aplică prin pulverizare. Partea 5: Determinarea capacităţii de absorbţie a energiei de eşantioanele de fâşii armate cu fibre*
13. https://www.reddit.com/r/sanfrancisco/comments/gml1c7/since_were_doing_stockton_tunnel

EFICIENTIZAREA PROCESULUI DE TRATARE PRIN RETEHNOLOGIZAREA STAP PALAS CONSTANȚA

Autori
Bianca-Elena I.CIUCĂ[1], Ines S. GEAFAR[2]
[1]*Facultatea de Construcții, Universitatea Ovidius din Constanța, ciuca.bianca12322@yahoo.com*
[2]*Facultatea de Construcții, Universitatea Ovidius din Constanța, elines71@yahoo.com*

Îndrumător
Ș.l.Dr.Ing. Mădălina STĂNESCU[3]
[3]*Facultatea de Construcții, Universitatea Ovidius din Constanța, stanescu.madalina@univ-ovidius.ro*

REZUMAT: *Încă din cele mai vechi timpuri, au existat preocupări pentru identificarea soluțiilor de tratare a apelor de suprafață, ce urmau a fi furnizate consumatorilor.*

În această lucrare sunt prezentate lucrările de îmbunătățire ale stației de tratare a apei potabile Palas, care tratează debitul captat din sursa de suprafață Galeșu, fiind suplimentat de apa captată din sursele subterane Cișmea I, Cișmea II și Valu lui Traian.

Având în vedere faptul că stația este una dintre cele mai vechi stații de tratare din țară, iar în momentul de față sunt implementate reglementări noi la cerințele de potabilizare, s-a impus realizarea unui studiu de proces care a condus la implementarea de noi tehnici și tehnologii de tratare.

Scopul lucrării îl reprezintă realizarea unei analize între situația existentă și cea propusă pe schema de tratare, căreia i s-au adus îmbunătățiri considerabile.

Astfel, prin implementarea noilor metode de tratare, rezultă o creștere a gradului de potabilizare a apei și un impact considerabil al factorilor de mediu.

Cuvinte cheie: retehnologizare, tratare, potabilizare, optimizare, reglementări, sustenabilitate.

1. Introducere

Necesitatea găsirii unei surse de apă curată a început din timpuri preistorice. Aproape în totalitate, începuturile așezărilor umane sunt legate, sau s-au aflat în apropierea unor cursuri de apă. Procesul istoric al tratării apei a fost o evoluție esențială în căutarea noastră pentru surse de viață vitale [1]. Descoperirile timpurii, precum cea din Grecia antică în jurul anilor 1500 î.Hr., au demonstrat că fierberea și expunerea la soare puteau îmbunătăți calitatea apei, indicând o preocupare primară pentru sănătatea comunităților [2].

Cele mai vechi relatări, care descriu cunoștințele tratării apei, au fost descoperite în urmă cu 5000 de ani, de către civilizația din Nippur, Sumeria, care au construit un dren arcuit cu pietre fixate prin pene descrescătoare, apa fiind colectată prin fântâni și cisterne. În anul 2000 î.Hr., în Codul Medical Sanskrit s-a relatat despre procesul de fierbere al apei murdare în vase de aramă, fiind o preocupare primară pentru sănătatea comunității. Tot în aceeași perioadă, în Babilon existau cunoștințe și tehnici pentru realizarea unor lacuri de acumulare, în vederea măririi gradului de siguranță a funcționării sistemului de alimentare cu apă [1]. A fost descoperit primul filtru de apă, invenție ce reprezintă un prim pas esențial în evoluția procesului de tratare, de către Hipocrate, în jurul anului 500 î.Hr [2]. După o perioadă de câteva sute de ani, Plinius cel Bătrân a experimentat o altă metodă de filtrare a apei, folosind un filtru cu lână [1].

Începând cu secolul VI d.Hr. în Roma, apar lucrările inginerești de alimentare cu apă și tratare, precum captări din prundișii, apeducte, rezervoare de depunere din capul apeductelor.

Primele eforturi semnificative în domeniul cercetării și dezvoltării sistemelor de tratare a apei apar începând cu secolul al XVII-lea. Printre cele mai notabile inovații se numără: utilizarea filtrelor de piatră și nisip, descoperite în anul 1685 de brutari și cofetari; construirea primului filtru lent pentru limpezirea apei de către John Gibb, în anul 1804; tratarea chimică și clorinarea apei, în anul 1890, după dezvoltarea puternică a orașelor din punct de vedere economic și industrial [1].

Revenind în zilele noastre, apa trebuie să respecte cerințele de potabilizare din cadrul reglementărilor. Se consideră că o apă de suprafață îndeplinește condițiile pentru potabilizare, dacă probele prelevate la intervale regulate de timp, din aceleași puncte de control, atât pentru apa brută de la captare, cât și pentru cea tratată, au parametrii rezultați în urma analizelor încadrați între valorile limite impuse [3].

Dacă o parte din numărul de probe nu se conformează cerințelor calitative, se consideră că pot fi potabilizate când: apa nu prezintă pericol pentru sănătatea publică, iar valorile parametrilor analizați la probele consecutive de apă, se încadrează în valorile stabilite pentru parametrii de interes [3].

În prezenta lucrare, studiul are în vedere propunerile de reabilitare și retehnologizare a stației de tratare Palas, conform studiului de tratabilitate, ce este situată în zona industrială a municipiului Constanța, bd. Aurel Vlaicu, nr. 135 – 137 (vezi Figura 1). Obiectivul este amplasat într-o incintă cu o suprafață de 77.500 mp [4].

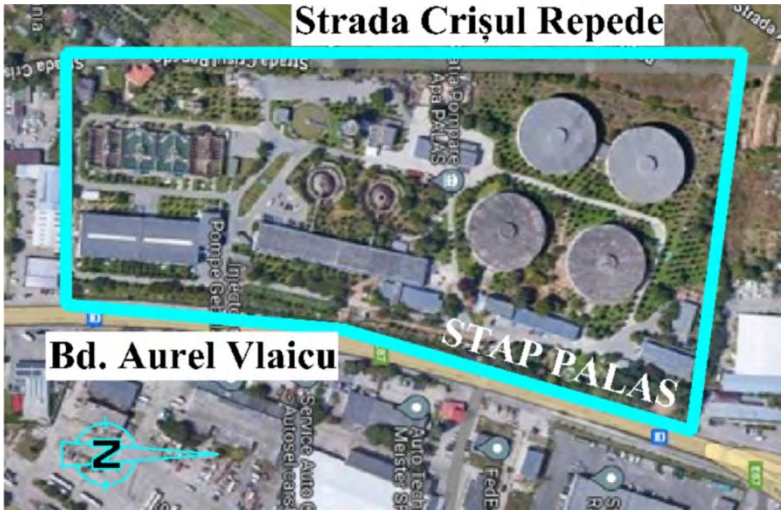


Figura 1. Plan de amplasament

2. Metode generale de dimensionare și proiectare

În general, în stațiile de tratare se folosesc, într-o combinație sau alta, următoarele procese de tratare (vezi Figura 2) [1], [5]:

- Sitarea: pentru reținerea corpurilor și materialelor plutitoare antrenate de apă;
- Pre-sedimentarea: prin simpla staționare relativă a apei se urmărește reținerea suspensiilor grosiere și a particulelor de nisip din apă;
- Coagularea și floculareа: aglomerarea suspensiilor fine nedecantabile în flocoane care să fie ușor sedimentabile;

- Decantarea: reținerea marii majorități a suspensiilor din apă prin același procedeu de staționare relativă, după faza de coagulare – floculare;
- Filtrarea: pentru finisarea limpezirii, pentru reținerea particulelor, flocoanelor fine și a microorganismelor;
- Dezinfecția: distrugerea tuturor microorganismelor;
- Aerarea: îmbogățirea apei cu oxigen, pentru stimularea reacțiilor de oxidare;
- Absorbția: reținerea gustului și mirosului neplăcut al apei, prin contact cu materiale cu proprietăți de suprafață adsorbante;
- Precipitarea chimică: reducerea durității apei și eliminarea din apă a unor substanțe dizolvate ca: fierul și manganul;
- Schimbul ionic: eliminarea din apă a unor elemente pentru prepararea unor ape pure, în special pentru scopuri industriale.

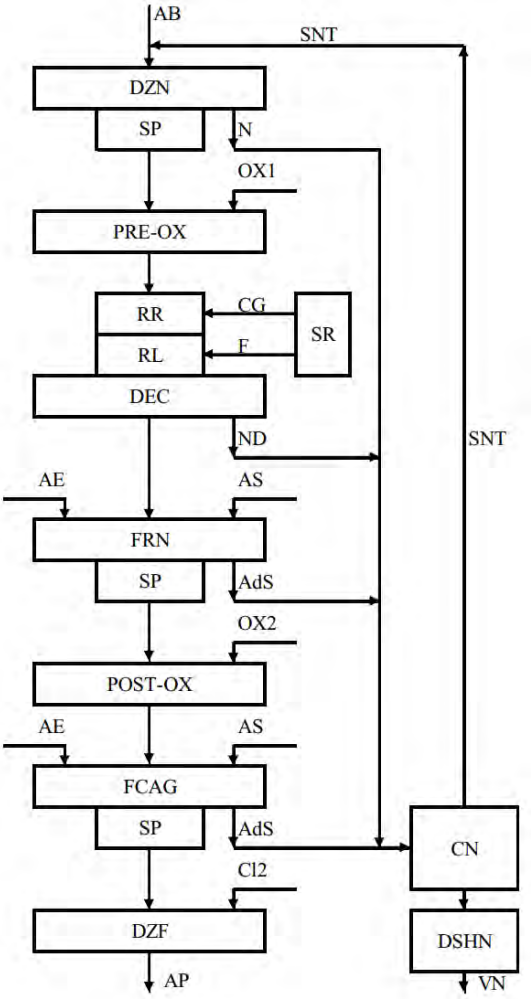


Figura 2. Schema generală pentru stația de tratare a apei [5]

Stația de tratare se dimensionează pornind de la debitul de calcul Q_{IC}, în care se regăsesc incluse nevoile tehnologice proprii pentru funcționarea corectă a proceselor de tratare. Acest debit, trebuie să fie pe cât posibil constant. În cadrul unei stații de tratare nu sunt permise opriri și reporniri ale stației de tratare [6].

Construcția stației de tratare se justifică prin faptul că, debitul total asigurat de sursele subterane de apă potabilă nu reușesc să asigure cererea totală, în corelație cu locuitorii echivalenți deserviți din județul Constanța (vezi Figura 3).

Problemele de tratare întâlnite la apele de suprafață sunt următoarele [1], [5]:

- Eliminarea suspensiilor grosiere prin pre-sedimentare;
- Eliminarea suspensiilor coloidale ce necesită coagulare;
- Limpezire finală prin filtrare;
- Dezinfecția apei limpezite pentru obținerea necesarului de apă potabilă.

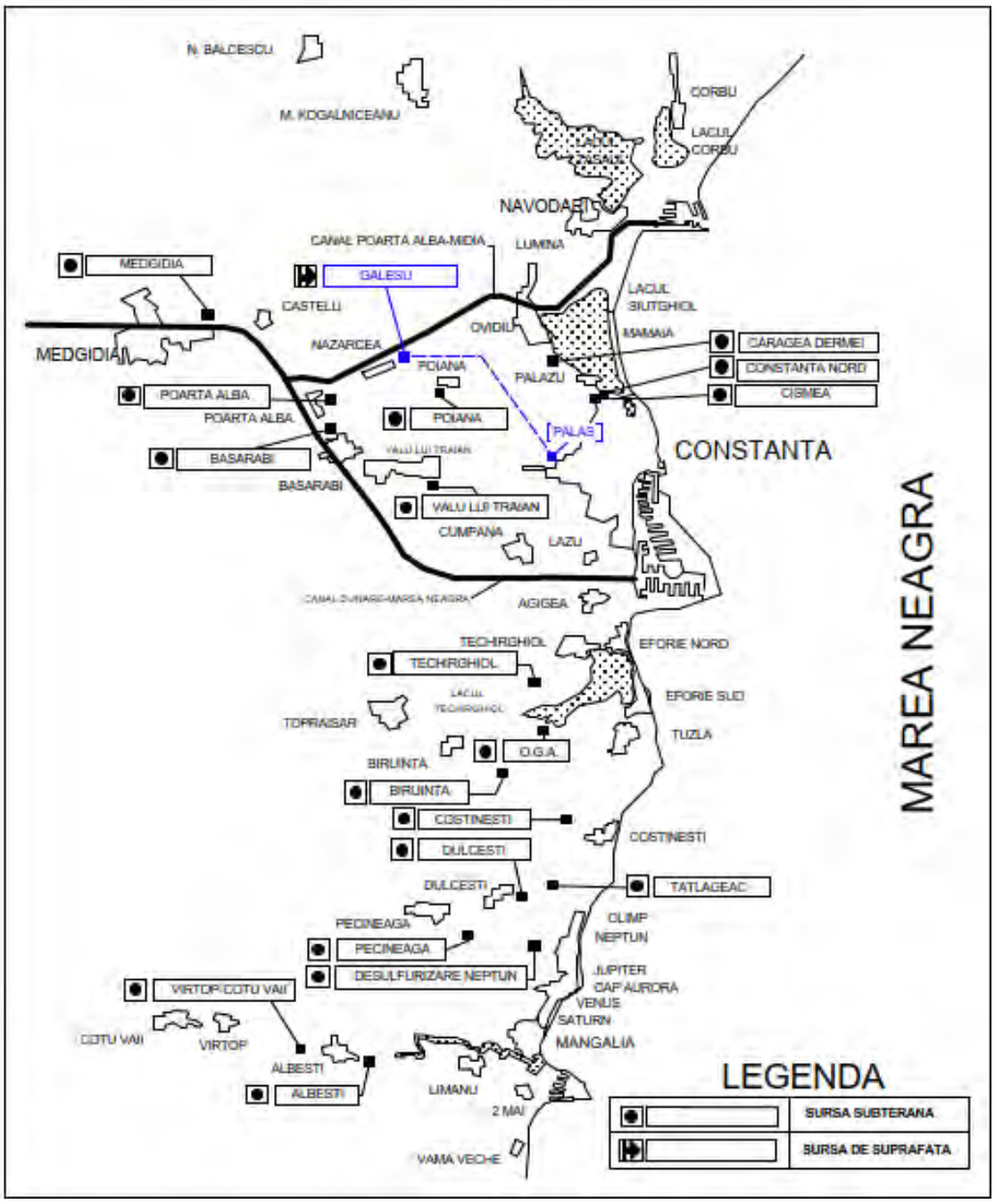


Figura 3. Schema surselor de apă din județul Constanța

3. Rezultate obținute

În cadrul obiectivului se tratează întreg debitul captat din sursa de suprafață Galeșu (care preia apă din Canalul Dunăre - Marea Neagră) și se înmagazinează apa captată din sursele subterane Cișmea I, Cișmea II și Valu lui Traian. Volumul de apă înmagazinat în cadrul complexului este pompat în rețeaua de distribuție a municipiului Constanța, a orașului Năvodari, precum și în sistemul de alimentare cu apa a litoralului - stațiunea Mamaia [4].

Linia existentă de tratare Palas este în prezent în funcțiune pentru un debit de 4000 m^3/h. Obiectele care au rol principal în procesul de tratare și au fost propuse spre reabilitare sunt: bazinul de amestec, decantoarele, filtrele cu nisip și decantorul radial.

Procesul tehnologic al Stației de Tratare Apă Palas Constanța, înainte de a fi reabilitată, este prezentat schematizat în cele ce urmează (vezi Figura 4). Apa brută este adusă pe patru fire de la sursa de suprafață Galeșu, fiind pre-clorată în prealabil. Aceasta trece prin bazinul de amestec, mai departe prin curgere gravitațională în decantoarele pulsatorii. Aici are loc procesul de coagulare și floculare, o parte din materiile în suspensie trecând mai departe în procesul de filtrare. Materiile în suspensie trec prin materialul filtrant care are rolul să rețină particulele solide, iar apa filtrată să fie înmagazinată în rezervoare. Înainte ca apa potabilă să fie pompată în rețeaua de distribuție a zonelor deservite, trece prin procesul de dezinfecție cu clor.

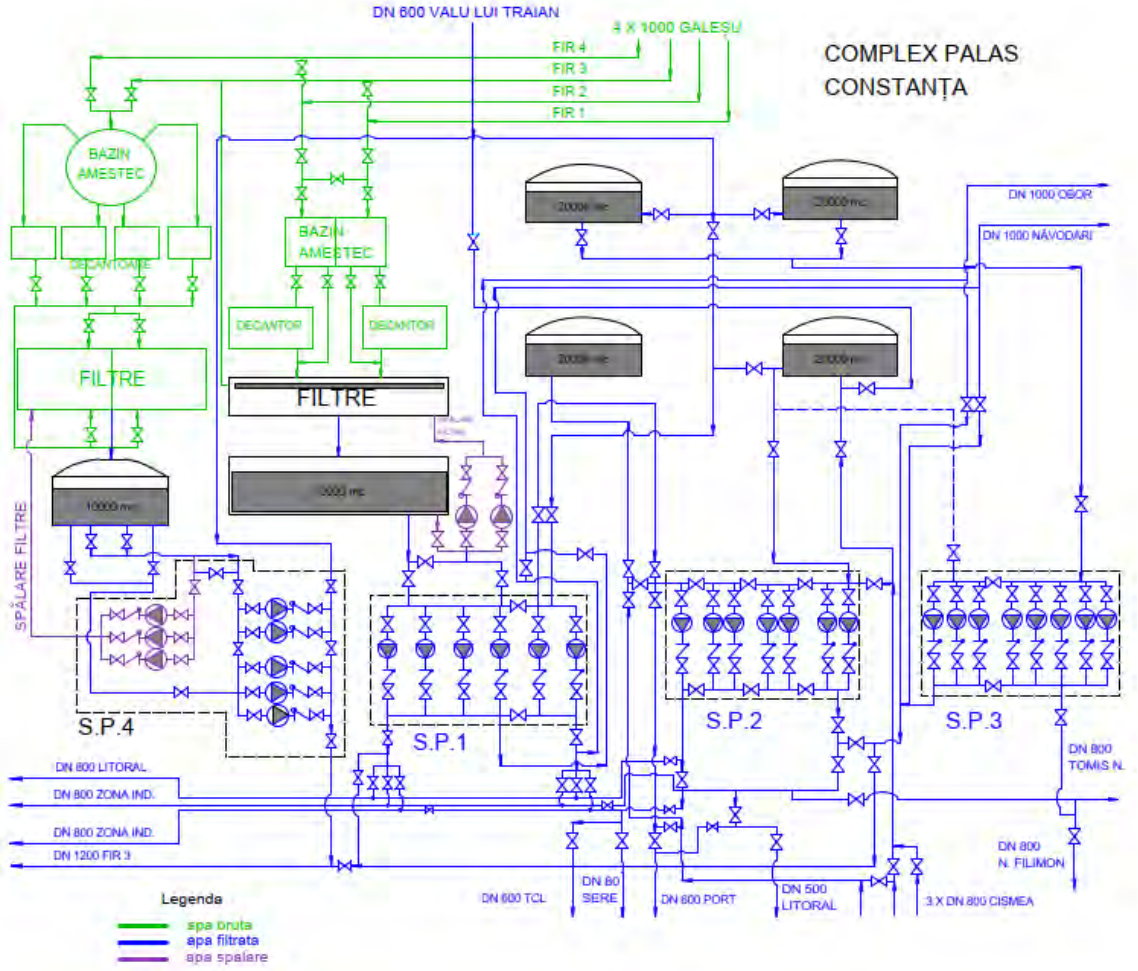


Figura 4. Linia tehnologică existentă

În urma studiului de tratabilitate, pentru îmbunătățirea procesului, liniei existente de tratare i s-au adus, în mod special, îmbunătățiri tehnologice și structurale ce constau în: construcția unei noi camere de distribuție, transformarea decantoarelor pulsatorii în bazine de reacție, reducerea numărului de filtre cu nisip de cuarț și adăugarea celor cu cărbune activ granular, recircularea apei de spălare prin intermediul decantorului radial [4].

Bazinul de amestec (camera de distribuție) se prezenta într-o stare avansată de deteriorare, atât în ceea ce privește construcția cât și instalațiile, prezentând, astfel, evacuarea apei la preaplin la debite reduse și pierderi de apă la traversările conductelor prin pereți.

Dintre cele 4 decantoare, au fost găsite doar trei dintre ele în funcțiune. Din punct de vedere al rezistenței și stabilității, construcțiile sunt într-o stare bună, fiind necesară doar recompartimentarea interioară cu pereți ușori. Din cauza faptului că erau puține suspensii reținute, procesul de decantare nu era eficient, având, în principal, scopul de reținere a scoicilor în perioadele călduroase.

În cadrul filtrelor rapide cu nisip apare preponderent fenomenul de adsorbție, datorită faptului că procesul de decantare nu era eficient, iar suspensiile se fixau de particulele de nisip și, totodată, erau reținute prin intermediul stratului drenant format din crepine, dotat cu instalațiile necesare.

Procesul tehnologic al Stației de Tratare Apă Palas Constanța, după reabilitare, este prezentat schematizat mai jos (vezi Figura 5).

Apa brută este adusă pe două fire de la sursa de suprafață Galeșu, apa fiind mai întâi dezinfectată cu clor prin intermediul noii stații de pre-clorinare instalată aici. Înainte ca apa brută să intre în camera de distribuție, sunt introduși reactivi de coagulare și floculare, respectiv de tip Pax 18 și polimer acrilic anionic / poli-electrolit. Reactivul de floculare se introduce pe perioade limitate, în situații speciale, când reactivul de coagulare nu este eficient, deoarece acesta conduce la colmatarea filtrelor și, implicit, la necesitatea spălării lor mai des.

După procesul de reacție lentă și rapidă din bazinele de reacție, apa trece mai departe în etapa de filtrare cu nisip de cuarț. Apoi, apa filtrată prin filtrele cu nisip este transportată cu ajutorul stației de pompare SP4 către filtrele rapide cu cărbune activ granular. Apa rezultată în urma filtrării cu CAG este înmagazinată în cele două rezervoare de 1000 m^3 amplasate sub stația de filtrare, unde se injectează clor pentru dezinfecție. De aici este pompată prin intermediul grupului de pompare SP4 în rezervoarele de 20000 m^3 unde se amestecă cu apă provenită din sursele subterane Cișmea I, Cișmea II și Valu lui Traian și de unde este distribuită consumatorilor, în funcție de necesități, prin cele trei stații de pompare SP1, SP2 sau SP3 (vezi Figura 5).

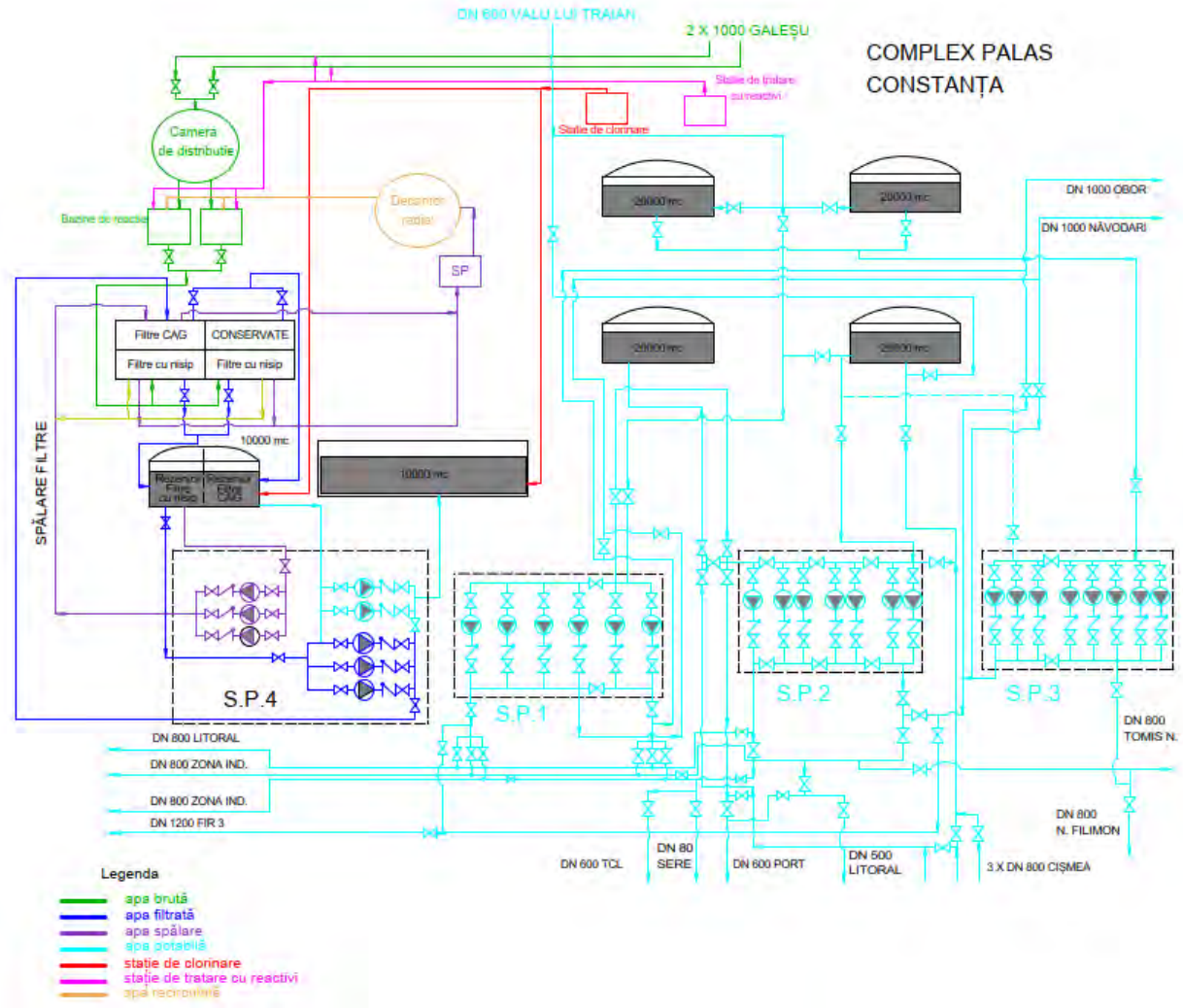


Figura 5. Linia tehnologică propusă

Atât filtrare cu nisip de cuarț cât și cele cu cărbune activ granular se spală zilnic. Apa provenită de la spălarea filtrelor este colectată și transportată la un decantor radial, de unde, după sedimentare este reintrodusă în circuit, prin camera de distribuție, iar nămolul este evacuat în rețeaua de canalizare.

Pin analiza comparativă a celor două scheme tehnologice a Stației de Tratare Apă Palas Constanța (vezi Figura 4 și Figura 5) se pot identifica îmbunătățirile ce au fost realizate în urma lucrărilor de reabilitare și retehnologizare, astfel [4]:

- Dimensionarea unei noi camere de distribuție a apei, pentru un debit de calcul de 4000m^3/h, ce este amplasată la o cotă care să permită curgerea gravitațională a apei către bazinele de reacție;
- Transformarea a două decantoare pulsatorii în bazine de reacție rapidă și lentă pentru producerea procesului de coagulare - floculare, procesul de reacție asigurându-se prin construirea de pereți despărțitori ce asigure volumele necesare procesului; celelalte două decantoare fiind conservate.

La intrarea în camerele de reacție rapide, au fost montate 6 mixere în fiecare compartiment, iar pentru reacția lentă s-au montat 3 mixere, ele având rolul de a ajuta la procesul de amestecare al apei cu reactivii.
Bazinele de reacție sunt prevăzute cu un sistem de spălare automată cu sprinklere, spălarea făcându-se anual. Lucrările de reabilitare structurală la bazine constau în realizarea de tencuieli hidroizolante și umpleri cu beton a golurilor rămase în urma eliminării conductelor.

- Din totalul de 20 de cuve duble ce se află în stația de filtrare, 10 sunt reabilitate și echipate pentru procesul de filtrare cu nisip de cuarț, alte 5 cuve duble sunt atribuite procesului de filtrare cu cărbune activ granular, iar celelalte 5 cuve rămase au fost conservate. Fiecărui filtru reabilitat i s-a montat câte un pupitru de control performant.
- Recircularea apei provenită de la spălarea filtrelor rapide prin intermediul decantorului radial și a stației de pompare submersibilă aferentă acestuia. Această apă va trece prin procesul de decantare și va fi reintrodusă în fluxul tehnologic, iar nămolul va fi evacuat în sistemul de canalizare.

Din punct de vedere al calității microbiologice, apa brută, atât la captarea Galeșu, cât și în stația de tratare Palas, se încadrează în Categoria A1 de calitate, conform solicitărilor din norma de calitate NTPA - 013/2006 [3].

Pentru a pune în evidență calitatea apei tratate ce este introdusă în sistem, au fost făcute studii comparative ale rezultatelor de laborator obținute pe baza vechii tehnologii, din perioada 2009-2011, cu cele obținute după procesul de reabilitare a liniilor tehnologice de tratare, prelevate în perioada 2011-2016.

În urma analizelor realizate în perioada 2009-2011 s-au obținut următoarele rezultate, conform NTPA - 013, care pun în evidență următoarele aspecte:

- Apa brută are un pH în domeniul bazic cu o valoare medie de 8.09 și o valoare maximă de 8.42;
- Apa brută este relativ limpede, turbiditatea acesteia încadrându-se în intervalul 0.72-7.38 NTU;
- Din punct de vedere al mineralizării, se poate observa un conținut de săruri de 236-397 mg/l, corespunzător unei conductivități de 420-760 µS/cm;
- Duritatea totală are valori medii cuprinse în intervalul 10,18-15, grade de duritate, în cea mai mare parte fiind duritate temporară dată de bicarbonații de calciu;
- Încărcarea organică este medie, cu valori ale consumului de permanganat în intervalul 1.49-4.32 mg O_2/l;
- Compușii de azot sunt sub limita impusă pentru apa potabilă, respectiv maximum 0.49 mg/l NH_4^+ și 15.8 mg/l NO_3.

4. Concluzii

Modernizarea și retehnologizarea adusă Stației de Tratare Apă Palas Constanța, are un impact semnificativ asupra eficienței și performanței acesteia. Prin implementarea tehnologiilor noi și îmbunătățirea proceselor existente, s-au obținut rezultate notabile în ceea ce privește procesul de potabilizare al apei.

Pe baza rezultatelor obținute în laborator asupra calității apei tratate, s-au realizat următoarele concluzii:

- ph-ul apei este în domeniul bazic cu valori peste 8, favorabil dezvoltării speciei Dreissena Polymorpha;

- Apa este limpede, cu turbidități cuprinse între 2.88 și 9.34 NTU pentru apa care intră în stația de tratare;
- Mineralizarea apei este medie cu valori cuprinse între 267-298, datorită bicarbonaților de calciu și magneziu;
- Compușii de azot au valori mici, sub limitele impuse pentru categoria A1;
- Concentrația de metale grele este redusă, pentru valori care se încadrează în categoria A1;
- Concentrația de poluanți organici este redusă, sub limitele impuse de legislația în vigoare;
- Concentrația de substanțe organice evaluată prin indicele de permanganat de potasiu este relativ redusă cu valori între 2.29-3.79 mg O_2/l, însă concentrațiile de carbon organic au valori cuprinse între 3.7-11 mg C/l.

Principalele avantaje care se remarcă în urma realizării retehnologizării Stației de Tratare a Apei Palas Constanța, constau în creșterea eficienței operaționale prin utilizarea echipamentelor moderne și îmbunătățirea calității apei prin implementarea noilor tehnologii. Tot odată, prin modernizarea și darea în folosire a noilor echipamente de la STAP Constanța, se realizează implementarea prevederilor noilor standarde Europene, ceea ce ne duce cu un pas mai aproape de cerințele de siguranță și calitate specifice.

BIBLIOGRAFIE

1. Ionescu G.C., Ianculescu O., *Alimentări cu apă*, Ed. Matrixrom București;
2. https://youtu.be/oBMVXXXTne0?si=ETlhISTiVoUf_QR-
3. NTPA-013, N*ormă de calitate pe care trebuie să le îndeplinească apele de suprafață utilizate pentru potabilizare*, Normă din 07/02/2002;
4. Program de investiții finanțat prin fondul de coeziune, CL2, *Stație de tratare Palas – Reabilitare linie nouă stație de tratare, localitatea Constanța*, POS Mediu, Axa 1;
5. NP 133-2022, *Normativ privind proiectarea, execuția și exploatarea sistemelor de alimentare cu apă și canalizare ale localităților*;
6. Mănescu Al., *Alimentări cu apă. Aplicații*, Ed. H.G.A. București, 1998.

PĂMÂNTURI SENSIBILE LA UMEZIRE

Autor/autori
Andreea Ni. CIUREA
Facultatea de Constructii, Universitatea Tehnica din Cluj-Napoca, andreea05.acc@gmail.com
Îndrumător/îndrumători
Drd.Ing. Andor-Csongor NAGY
Facultatea de Constructii, Universitatea Tehnica din Cluj-Napoca, andor.nagy@yahoo.com

REZUMAT:

Această lucrare se axează pe analiza pământurilor sensibile la umezire din sud-estul României, utilizând metoda edometrului pentru evaluarea compresibilității pământurilor. Prin examinarea atentă a mostrelor și a rezultatelor testelor de edometru, se identifică și se evaluează parametrii geotehnici relevanți, cum ar fi curba de compresiune-tasare, curba de compresiune-porozitate, indicele de compresiune,modulul de deformație edometric, coeficientul de compresibilitate volumică,presiunea de preconsolidare respectiv istoricul eforturilor din teren. Determinarea în laborator constă în urmărirea tasării probelor precum și a evoluției în timp a acestora, sub efectul încărcărilor axiale verticale, aplicate în trepte.

Lucrarea cuprinde analizele efectuate pentru un proiect din județul Vrancea,a unui tronson de cale ferată. În cadrul acestui proiect, s-a efectuat determinarea tasării specifice din cauza umezirii conform standardului NP 125/2010, folosind metoda însumării tasărilor pe strate elementare. Scopul a fost evaluarea potențialului de tasare din cauza umezirii a stratului de fundație, precum și a posibilelor efecte negative, cum ar fi frecarea, asupra infrastructurii pasajului. Rezultatele obținute sunt esențiale pentru înțelegerea modului în care pământurile din regiune reacționează la umezeală excesivă și pentru dezvoltarea unor strategii eficiente de gestionare a riscului în zonele vulnerabile. Această cercetare aduce contribuții semnificative la cunoașterea dinamicilor pământului și la identificarea soluțiilor practice pentru consolidarea acestuia.

1. INTRODUCERE

1.1 Scopul studiului geotehnic

Prezentul studiu se întocmeşte, la cererea proiectantului.

În acest sens vor fi evaluate condiţiile geotehnice pentru calculul terenului de fundare şi dimensionarea fundaţiilor. Studiul geotehnic se execută pentru proiect în fază unică, conform planului de situaţie pus la dispoziţie de proiectant.

1.2 Denumirea Obiectivului de Investiții „Pasaj pe DN 2N km 15+270, județul Vrancea

1.3 Încadrarea preliminară în categoria geotehnică

Obiectivul vizat este realizarea unui pasaj, ce va fi amplasat pe drumul naţional secundar DN 2N, la km 15+270, în comuna Dumbrăveni (conform planului de încadrare), din județul Vrancea.

Aceasta se încadrează în categoria de importanta "B" - construcţii de importanță deosebita, în conformitate cu prevederile art. 22, secţiunea 2 "Obligaţiile si răspunderile proiectantului" din Legea nr. 10 din 18.01.1995, "Legea privind calitatea in construcţii" și în baza "Metodologiei de stabilire a categoriei de importanta a construcţiilor" aprobata cu Ordinul MLPAT nr. 31/N din 02.10.1995.

În vederea definirii preliminare a categoriei geotehnice s-a plecat de la următoarele condiţii de teren:

- Condiţii de teren: Terenuri dificile
- Apa subterană: Epuizmente normale
- Clasificarea construcţiei după categoria de importanţă: Deosebită
- Vecinătăţi: Risc moderat
- Seism: ag = 0.40 g
- Riscul geotehnic: Major
- Categoria geotehnică: 3

2 DATE DE INTERES GENERAL

2.1 Geomorfologia şi geologia regiunii

Localitatea este situată în zona de contact dintre Subcarpații Vrancei și Câmpia Română (Câmpia Piemontană a Râmnicului), pe Râul Râmna.

Amplasamentul este situat într-o zonă plată, cvasi-orizontală, la aproximativ 1 km la sud de Râul Râmna. Din punct de vedere geologic la suprafață apar depozite loessoide formate din prafuri nisipoase, nisipuri argiloase sau chiar argile, de culoare gălbuie sau gălbui-roșcată de vârstă cuaternară (Pleistocen superior-Holocen qp3-qh).

2.2 Repere climatice şi hidrologice Clima.

Comuna Dumbrăveni se încadrează în sectorul cu climă temperat-continentală.

Următoarele aspecte de ordin climatic trebuie cunoscute atunci când se proiectează o construcţie:

 Ploi maxime: conform STAS/940-73 Ploi maxime se încadrează în „zona 4";

 Încărcări date de zăpadă: în conformitate cu „Cod de proiectare – Evaluarea acţiunii zăpezii asupra construcţiilor", CR 1-1-3/2012, amplasamentul se încadrează în „zona 2.0" a valorii caracteristice a încărcării din zăpadă pe sol sk (interval de recurenţă IMR = 50 ani);

 Încărcări date de vânt: valoarea de referinţă a presiunii dinamice a vântului pentru zona de studiu, qb în kPa, având IMR = 50 de ani, este de 0.5, conform „Codului de proiectare, Evaluarea acţiunii vântului asupra construcţiilor", indicativ CR-1-1-4/2012;

 Temperatura medie anuală:~10,4°C;

 Precipitaţii:~533 mm/m2 /an;

2.3 Adâncimea de îngheţ

Conform STAS 6054/77 aceasta este de 80-90 cm.

2.4 Zonalitate seismică

Valoarea de vârf a acceleraţiei terenului, pentru proiectare este ag= 0.40 g şi valoarea perioadei de colţ, Tc = 1.6 sec (cod P100/1-2013)

unde ag reprezintă acceleraţia terenului pentru proiectare pentru evenimente seismice având intervalul mediu de recurenţă IMR = 225 de ani şi 20% probabilitatea de depăşire în 50 de ani în zona studiată iar Tc reprezintă graniţa dintre zona (palierul) de valori maxime în spectrul de acceleraţii absolute şi zona (palierul) de valori maxime în spectrul de viteze relative şi se exprimă în secunde.

2.5 Istoricul antecedentelor terenului

Nu se cunosc.

2.6 Vecinătăţi

Amplasamentul este traversat de o linie de cale ferată.

2.7 Încadrarea obiectivului în zone de risc

Conform prevederilor legii 575/2001 (Lege privind aprobarea Planului de amenajare a teritoriului național – Secţiunea a V-a, zone de risc natural, publicată în M.O. nr 726/2001) pentru amplasamentul situat în comuna Dumbrăveni, se ştiu următoarele:

 Cutremurele de pământ - în conformitate cu anexa nr. 1, Comuna Dumbrăveni, se încadrează în zona cu intensitatea seismică pe scara MSK 92, cu o perioadă de revenire de cca. 100 ani (conf. SR 11100/1-92).

3 REZULTATELE CERCETĂRII GEOTEHNICE DE TEREN

3.1 Metodologia de lucru

Prezenta lucrare a fost realizată în mai multe etape după cum urmează: documentare asupra amplasamentului; investigaţie preliminară; realizarea forajelor; stabilirea nivelului hidrostatic; interpretarea rezultatelor și elaborarea studiului geotehnic după normele în vigoare.

Analiză preliminară Analiza preliminară a presupus identificarea şi studiul în teren a succesiunii geologice din arealul amplasamentului urmată de localizarea punctelor de foraj. Amplasamentul cercetat este situat în apropiere de comuna Dumbrăveni, județul Vrancea.

3.4 Prospecţiune geotehnică prin foraje şi penetrări

La cererea proiectantului, lucrările de cercetare geotehnică ale terenurilor din amplasament au constat în executarea a 1 foraj (F1) până la adâncimea maximă de 20.00 m.

Lucrările de foraj au fost executate cu o instalaţie de foraj Beretta T44, foraj mecanizat rotativ în uscat netubat, diametru foraj 200mm-150mm.a: Utilaj de forat Beretta T44 Stratificaţia terenului:

Foraj F1:

- 0.00 (faţă de cota terenului natural) - 1.20 m Sol vegetal cu piatră (1)
- 1.20 - 20.00 m Argilă gălbui-cafenie, cu precipitări calcaroase până la 12.00 - 13.00 m, cu intercalații cenușii, cu fragmente de piatră după 16.00 m, vârtoasă-tare (2)

3.5 Nivelul apei subterane

Apa subterană nu a fost interceptată în cadrul lucrărilor de foraj.

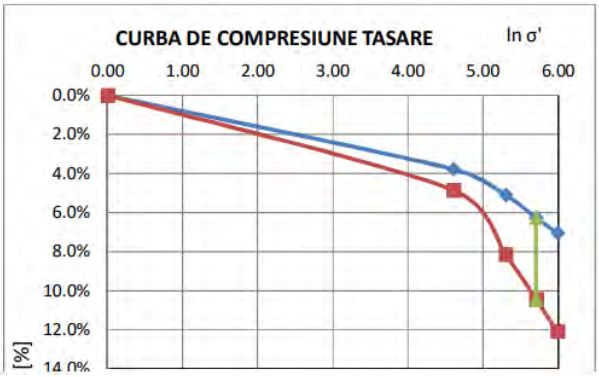
3.6 Analiza și interpretarea datelor de teren

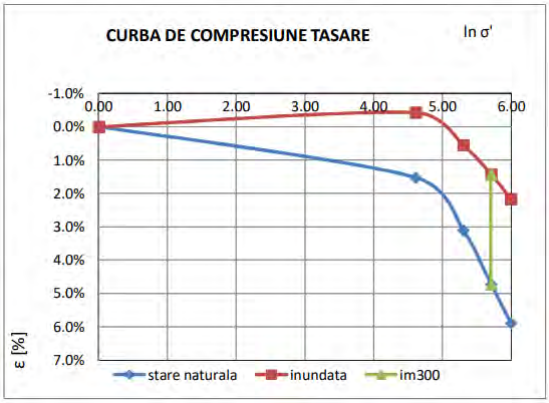
Descrierea geologică a amplasamentului menționează posibilitatea de a intercepta pământuri loessoide. Conform determinărilor fizice de laborator pe amplasament au fost identificate strate de pământuri coezive, cu fracțiune de praf apropiată sau peste 50% care îndeplinesc unul din criteriile referitoare la compoziție și proprietăți fizice pentru a fi încadrate în categoria pământurilor sensibile la umezire conform NP 125:2010 - Normativ Privind Fundarea Constructiilor Pe Pamanturi Sensibile La Umezire.

Pe baza descrierii geologiei locale și a aspectului stratul de fundare format din argilă nisipoasă, gălbuie, tare a fost investigat suplimentar și din punct de vedere al criteriului referitor la comportamentul mecanic. Criteriul referitor la comportamentul mecanic al pământurilor sensibile la umezire ce poate fi determinat din încercări de laborator este indicele tasării specifice la umezire.

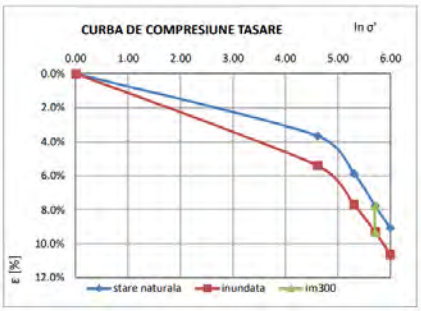
Indicele tasării specifice la umezire (im300) este diferenţa de tasare specifică, la presiunea de 300 kPa pe curba presiune - tasare, obţinută pentru proba cu umiditate naturală (εn) şi respectiv inundată iniţial (εi), în cadrul unor încercări duble în edometru (STAS 8942/1-1989 şi SR EN 1997-2:2007 şi după caz, cu eratele, amendamentele şi anexele naţionale asociate); im300 [%]. Pentru ca un pământ să fie încadrat ca PSU Indicele tasării specifice suplimentare prin umezire sub treapta de 300 kPa (în încercarea edometrică) im300, are valoare mai mare sau egală cu 2%.

F1/P3 (-7.80 ÷ -8.10 m) im300 = 4.175 [%] F1/P4 (-10.00 ÷ -10.30 m) im300 = -3.300 [%]

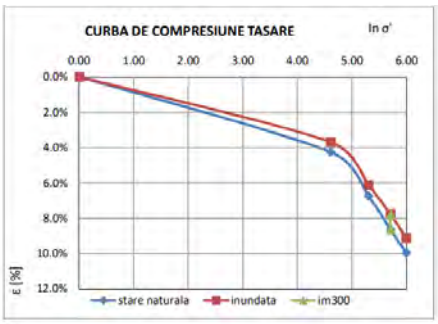




F1/P6 (-14.00 ÷ -14.20 m) im300 = 1.535 [%]



F1/P9 (-19.20 ÷ -20.00 m) im300 = -0.865 [%]



Pentru a caracteriza un pământ ca PSU trebuie îndeplinit cel puţin un criteriu referitor la proprietăţile fizice şi criteriul referitor la comportamentul mecanic.

Cum indicele im300 > 2% pentru parametrii rezultați pe două din probele studiate, care au înregistrat deplasări suplimentare în urma inundării, straturile de pământ din care au fost extrase proba P3 și proba P6 se încadrează în categoria pământurilor sensibile la umezire.

Delimităm două zone, zona 1, de la cota terenului natural la 10.00 m adâncime, care cuprinde probele P1, P2 și P3, pe care vom asimila indicele im300 = 4.175 [%], respectiv zona 2, de la 10.00 m la 19.00 m adâncime, care cuprinde probele P5, P6, P7 și P8 pe care vom asimila indicele im300 = 1.535 [%], pentru calculul tasărilor suplimentare la umezire.

Tasarea suplimentară prin umezire, sub sarcină geologică (Img) se calculează pe toată grosimea stratului sensibil la umezire (im300 > 2%), folosind metoda însumării pe straturi elementare.

Tasări suplimentare la umezire (Im): acestea sunt deformaţii verticale ale PSU manifestate odată cu creşterea umidităţii, având valori sporite faţă de cele ale pământului în stare naturală solicitat la aceeaşi stare de eforturi.

Tasările suplimentare la umezire se pot determina pe teren şi/sau se pot calcula pe baza indicilor specifici determinaţi în laborator. 0.0% 2.0% 4.0% 6.0% 8.0% 10.0% 12.0% 0.00 1.00 2.00 3.00 4.00 5.00 6.00 ε [%]

Tasările suplimentare la umezire pot apare sub greutatea proprie a stratului (Img) şi sub acţiunea încărcărilor de compresiune transmise de fundaţii (Imp).

Din punct de vedere al modului în care se tasează la umezire sub greutatea proprie a stratului (sarcina geologică) PSU se clasifică astfel:

- grupa A: pământuri care prezintă tasări suplimentare Img mai mici de 5 cm;
- grupa B: pământuri care prezintă tasări suplimentare Img egale sau mai mari de 5 cm.

Zona 1 (C.T.N. ÷ - 10.00 m

Img = 24.98 cm, deci stratul de pământ PSU studiat se încadrează la grupa B.

Zona 2 (-10.00 ÷ - 19.00 m)

I = 24.27 cm, deci stratul de pământ PSU studiat se încadrează la grupa B

Raportul de supraconsolidare (OCR) reprezintă un parametru cheie din punct de vedere geotehnic pentru a aprecia comportamentul de lungă durată al pământurilor din zonele active ale construcțiilor, supuse la compresiune.

Coeficientul, definit ca raport între presiunea de preconsolidare maximă (σ' p) și presiunea geologică curentă (σ), descrie formarea și evoluția terenului de fundare.

În cazul pământurilor argiloase OCR are o influență semnificativă asupra parametrilor de compresibilitate, modulului de deformație edometrică și liniară, respectiv asupra distribuției stării de tensiuni în masiv.

Definirea acestui raport a fost propusă de Cassagrande în 1936, și implica o determinare edometrică pe probe netulburate. Trasând un grafic cu axele definite de indicele porilor (e), respectiv valoarea treptelor de încărcare (log σ), valorarea presiunii de preconsolidare maximă (σ' p) se poate calcula prin metoda grafică numită metoda bisectoarei.

Analizele de laborator executate pe probe recoltate din forajele geotehnice executate, au pus în evidență următorii indici geotehnici:

Număr foraj/probă	w	I_p	I_c	γ	$γ_d$	n	e	S_r	U_L	continut argila	I_a	$φ_u$	tan($φ_u$)	C_u	φ'	tan(φ')	c' - inundat	E	E	$γ_{sat}$
				kN/m3	kN/m3	%			%	%		°		kPa	°	inundat	kPa	kPa	inundat	kN/m3
F1/P1	14.85	15.33	0.91	17.91	15.59	41	0.71	0.56	49	22.89	1.49									19.69
F1/P2	15.33	15.35	0.89	16.98	14.72	45	0.81	0.51	52	28.19	1.84									19.22
F1/P3	12.96	14.65	1.03	18.30	16.20	39	0.64	0.54	50	29.19	1.99							11111	5677	20.10
F1/P4	21.06	32.15	1.09	19.87	16.41	38	0.63	0.91	125	50.22	1.56							9260	11494	20.21
F1/P5	19.03	34.38	1.12	19.53	16.41	38	0.62	0.82	125	50.54	1.47				22.45	0.41	23.79			20.21
F1/P6	25.46	28.88	0.86	18.94	15.10	44	0.77	0.89	95	33.38	1.16							10715	9317	19.50
F1/P7	22.46			19.57	15.98	40	0.67	0.91	45	18.94										19.98
F1/P8	24.25	27.66	0.97	19.23	15.44	43	0.73	0.90	97	36.45	1.32	16.16	0.29	59.13						19.74
F1/P9	21.50	18.39	0.72	19.38	15.95	40	0.67	0.86	57	22.79	1.24							11110	9063	19.95

Pentru stratul de fundare, pe baza determinărilor de laborator, urmând recomandările NP 122:2010, s-au calculat următorii parametrii caracteristici recomandați pentru a fi folosiți în etapa de proiectare a fundațiilor:

Strat	Nr. Valori	Parametru	X_m (media)	S_d (deviație standard)	V_x (coef variatie) = S_d/X_m	k_n (coeficient static de corecție) NP 122/2010, tab 3.2,	Xk_{inf} (param caract)	Xk_{sup} (param caract)	Xk_{med} (param caract)	verificare V_x
argilă gălbui-cafenie, vârtoasă/tare (pământ loessoid) - zona 1	3	w	14.38	1.25	0.09	0.95	13.19	15.57	14.38	TRUE
	3	Ip	15.11	0.40	0.03	0.95	14.73	15.49	15.11	TRUE
	3	Ic	0.94	0.08	0.08	0.95	0.87	1.02	0.94	TRUE
	3	γ	17.73	0.68	0.04	0.95	17.09	18.37	17.73	TRUE
	3	$γ_d$	15.50	0.74	0.05	0.95	14.80	16.21	15.50	TRUE
	3	n	41.67	3.06	0.07	0.95	38.77	44.56	41.67	TRUE
	3	e	0.72	0.09	0.12	0.95	0.64	0.80	0.72	TRUE
	3	Sr	0.54	0.03	0.05	0.95	0.51	0.56	0.54	TRUE
	3	UL	50.33	1.53	0.03	0.95	48.89	51.78	50.33	TRUE
	1	E	11111.00	0.00	0.00	1.64	11111.00	11111.00	11111.00	TRUE
	1	E - inundat	5677.00	0.00	0.00	1.64	5677.00	5677.00	5677.00	TRUE
	3	γ sat	19.67	0.44	0.02	0.95	19.25	20.09	19.67	TRUE
	3	Ia	1.77	0.26	0.14	0.95	1.53	2.02	1.77	TRUE
argilă cafenie, tare (pământ cu umflări și contracții mari)	1	w	21.06	0.00	0.00	1.64	21.06	21.06	21.06	TRUE
	1	Ip	32.15	0.00	0.00	1.64	32.15	32.15	32.15	TRUE
	1	Ic	1.09	0.00	0.00	1.64	1.09	1.09	1.09	TRUE
	1	γ	19.87	0.00	0.00	1.64	19.87	19.87	19.87	TRUE
	1	$γ_d$	16.41	0.00	0.00	1.64	16.41	16.41	16.41	TRUE
	1	n	38.00	0.00	0.00	1.64	38.00	38.00	38.00	TRUE
	1	e	0.63	0.00	0.00	1.64	0.63	0.63	0.63	TRUE
	1	Sr	0.91	0.00	0.00	1.64	0.91	0.91	0.91	TRUE
	1	UL	125.00	0.00	0.00	1.64	125.00	125.00	125.00	TRUE
	1	E	9260.00	0.00	0.00	1.64	9260.00	9260.00	9260.00	TRUE
	1	E - inundat	11494.00	0.00	0.00	1.64	11494.00	11494.00	11494.00	TRUE
	1	γ sat	20.21	0.00	0.00	1.64	20.21	20.21	20.21	TRUE
	1	Ia	1.56	0.00	0.00	1.64	1.56	1.56	1.56	TRUE
argilă gălbui-cafenie, vârtoasă/tare (pământ loessoid) - zona 2	5	w	22.54	2.49	0.11	0.73	20.71	24.37	22.54	TRUE
	4	Ip	27.33	6.64	0.24	0.82	21.89	32.77	27.33	TRUE
	3	Ic	0.98	0.13	0.13	0.85	0.86	1.11	0.98	TRUE
	5	γ	19.33	0.26	0.01	0.73	19.14	19.52	19.33	TRUE
	5	γd	15.78	0.51	0.03	0.73	15.40	16.15	15.78	TRUE
	5	n	41.00	2.45	0.06	0.73	39.20	42.80	41.00	TRUE
	5	e	0.69	0.06	0.08	0.73	0.65	0.73	0.69	TRUE
	5	Sr	0.88	0.04	0.04	0.73	0.85	0.90	0.88	TRUE
	5	UL	83.80	32.48	0.39	0.73	59.98	107.62	83.80	FALSE
	1	tan (φ u)	0.29	0.00	0.00	1.64	φ u			TRUE
							16.16	16.16	16.16	
	1	tan (φ') - inundat	0.41	0.00	0.00	1.64	φ' - inundat			TRUE
							22.45	22.45	22.45	
	1	c u	59.13	0.00	0.00	1.64	59.13	59.13	59.13	TRUE
	1	c' - inundat	23.79	0.00	0.00	1.64	23.79	23.79	23.79	TRUE
	2	E	10912.50	279.31	0.03	1.16	10588.60	11236.40	10912.50	TRUE
	2	E - inundat	9190.00	179.61	0.02	1.16	8981.72	9398.28	9190.00	TRUE
	5	γ sat	19.88	0.27	0.01	0.73	19.68	20.07	19.88	TRUE
	4	Ia	1.31	0.16	0.12	0.82	1.19	1.44	1.31	TRUE

4 EVALUARE GEOTEHNICĂ

4.1 Încadrarea în categoria geotehnică

Pentru obiectivul vizat terenul de fundare constă din stratul de argilă gălbui-cafenie, vârtoasă spre tare, care a fost identificat ca pământ loesoid grupa B.

Acesta a fost încadrat la un teren dificil de fundare (Tabel A1.3-NP 074:2014) cu punctaj specific egal cu 6 (Tabel A1.4-NP 074:2014). Apa subterană nu a fost interceptată în cadrul lucrărilor de foraj. Punctajul specific va fi aferent lucrărilor fără epuizmente,1. Importanţa construcţiei este una deosebită, având un punctaj specific 5. Vecinătăţile construcţiei nu prezintă nici un risc prin execuţia noii construcţii, deci punctajul specific va fi 1. Acceleraţia terenului este ag=0.40 g şi în consecinţă punctajul specific va fi 3. Punctajul final privind încadrarea lucrării într-o categorie geotehnică, respectiv risc geotehnic este 15, deci rezultă categoria geotehnică 3 şi un risc geotehnic major. Încadrarea s-a făcut conform Normativului privind documentaţiile geotehnice pentru construcţii, indicativ NP 074 – 2014.

4.2 Evaluarea presiunii convenţionale și a parametrilor fizici

 Pentru obiectivul vizat, în cazul straturilor de argilă gălbui-cafenie, vârtoasă spre tare presiunea convenţională de bază poate fi considerată 167 kPa (conform, NP 125:2010 Normativ privind fundarea construcțiilor pe pământuri sensibile la umezire, Anexa 4, Tabel A 4.1).

Pentru corecţiile presiunii în funcţie de lăţimea fundaţiei (CB>1,0 m), respectiv corecţia de adâncime (CD, pentru Df≤2,0 m) se poate utiliza prevederile din NP 112:2014, punctul D2.

Adâncimea minimă de fundare pentru amplasament este: Dfmin>20.00 m - sub cota primei probe, care nu prezintă tasări suplimentare la umezire sub greutatea proprie a stratului.

Pentru dimensionarea fundațiilor se vor lua în calcul parametrii din fișele de foraj.

4.3 Stabilitatea generală și locală

Nu au fost observate fenomene dinamice active pe amplasament, terenul este orizontal.

5 CONCLUZII SI RECOMANDARI

5.1 Concluzii:

 Obiectivul vizat este realizarea unui pasaj, ce va fi amplasat pe drumul naţional secundar DN 2N, la km 15+270, în comuna Dumbrăveni, din județul Vrancea.

 În scopul determinării naturii şi parametrilor geotehnici ai terenului necesari calculului de fundare, precum şi a prezenţei apei subterane, s-au executat 1 foraj geotehnic (F1) cu adâncimea maximă de 20.00 m.

 Pământurile interceptate sunt reprezentate de straturi de argile, aflate în stare de consistenţă de la vârtoasă la tare, unele aparținând categoriei pământurilor sensibile la umezire, altele fiind pământuri cu umflări și contracții mari.

 Apa subterană nu a fost interceptată în cadrul lucrărilor de foraj.

 Presiunea convenţională a straturilor de argilă gălbui-cafenie, vârtoasă spre tare este de 167 kPa.

5.2 Recomandări Pentru obiectivul Pasaj pe DN 2N km 15+270, județul Vrancea:

 Fundațiile construite se vor încastra în straturile de argilă gălbui-cafenie, vârtoasă spre tare, iar adâncimea minimă de fundare pentru amplasament este: Dfmin>20.00 m - sub cota primei probe, care nu prezintă tasări suplimentare la umezire sub greutatea proprie a stratului.

 Pentru lucrările de intervenție asupra fundațiilor podului se recomandă folosirea fundații indirecte pe piloți, piloții fiind încastrați în terenul bun de fundare pe o lungime de cel puțin două diametre.

 Fundațiile trebuie să fie capabile să preia tasările terenului de fundare (terenul poate suferi tasări din greutatea construcției dar și în urma rearanjării particulelor provocate de vibrații).

 Se recomandă folosirea sprijinirii săpăturii cu elemente calculate atunci când sunt necesare excavaţii adânci sau când condiţiile din vecinătatea excavaţiei nu permit desfăşurarea taluzului. Terenul din jurul excavaţiei nu trebuie să fie afectat de încărcări sau vibraţii. Materialul excavat trebuie depozitat la minim 5,0 m de limita excavaţiei. Proiectarea excavaţiilor trebuie să fie conform specificaţiilor tehnice prevăzute în normativul de proiectare indicativ NP 120/2006.
 Se va ţine cont de deformaţiile pe care le poate comporta terenul. Acestea nu trebuie să depăşească limita admisibilă pentru tipul de construcţie.
 La executarea săpăturilor se va ţine cont de nivelul hidrostatic. Dacă este cazul se vor avea în vedere lucrări de epuizmente pentru a asigura pe cât posibil executarea pe uscat a săpăturilor şi turnarea betoanelor.
 Executarea săpăturilor pentru realizarea fundațiilor se va face cu respectarea măsurilor din Normativul pentru executarea lucrărilor de terasamente pentru realizarea fundațiilor construcțiilor civile și industriale C169-88.
 Se recomandă direcționarea apei care stagnează pe amplasament spre circuitul de canalizare prin construirea unor rigole sau unor şanţuri.
 Fundaţia trebuie să fie alcătuită astfel încât să aibă capacitatea de a transmite şi repartiza uniform şi în deplină siguranță efortul la care este supusă de către partea de suprastructură (construcţia superioară).
 Indiferent de grupa de teren PSU care există într-un amplasament, atât în perioada de execuție cât și în timpul exploatării construcțiilor, se vor adopta obligatoriu măsuri specifice pentru:

- Sistematizarea verticală și în plan a amplasamentului pentru asigurarea colectării și evacuării rapide către un emisar a apelor din precipitații, prin prevederea unor pante de minimum 2 %; se va realiza inițial sistematizarea necesară pentru lucrările de execuție, urmând ca celelalte lucrări de sistematizare să se termine odată cu punerea în funcțiune a obiectivului; în cazul platformelor de construcții pe terenuri cu pante mai mari de 1:5, se vor prevedea măsuri de protecție împotriva apelor care se scurg de pe versanți, prin șanțuri de gardă a căror secțiune să asigure scurgerea debitului maxim al apelor meteorice; platformele de construcție situate pe versanți se vor nivela în terase cu pante de maximum 1:1, care se vor proteja prin diferite soluții tehnologice (brazde, înierbare, îmbrăcăminți din materiale locale, geosintetice etc.).
- Colectarea și evacuarea rapidă a apei din precipitații pe toată durata execuției săpăturilor prin amenajări adecvate (pante, puțuri, instalații de pompare etc.); în situația în care la cota de fundare se constată existența unui strat de pământ afectat de precipitații, acesta va fi îndepărtat imediat înainte de turnarea betonului.
- Evitarea stagnării apelor în jurul construcțiilor, atât în perioada execuției cât și pe toată durata exploatării, prin soluții constructive adecvate (trotuare, compactarea terenului în jurul construcțiilor, execuția de strate etanșe din argilă, pante corespunzătoare, rigole, cavalieri etc.).
- Evitarea perturbării echilibrului hidrogeologic fără a realiza lucrări care pot bara căile naturale de scurgerea a apei către emisarii naturali și artificiali în funcțiune conducând la ridicarea nivelului apei subterane; nu vor fi străpunse orizonturi impermeabile aflate deasupra pânzei freatice.
- Protecția rețelelor purtătoare de apă sau rezervoare, în caz de necesitate, prin prevederea unor soluții de impermeabilizare a terenului.
- Evitarea pierderilor de apa din retelele edilitare si instalatii prin alegerea unor soluții adecvate. o Execuția excavațiilor pe porțiuni cu protejarea imediată a acestora.
- Execuția umpluturilor în jurul fundațiilor și pereților subsolurilor pe măsură ce acestea sunt realizate.

DOCUMENTE DE REFERINȚĂ

Reglementări tehnice:
1. Normativ privind documentele geotehnice pentru construcții, indicativ NP 074-2014
2. Normativ privind fundarea construcțiilor pe pământuri sensibile la umezire, indicativ NP 125- 2010

3. Normativ privind fundarea construcțiilor pe pământuri cu umflări și contracții mari, indicativ NP 126-2010
4. Cod de proiectare seismică-Partea I-Prevederi de proiectare pentru clădiri, indicativ P 100/1- 2013
5. Ghid privind controlul lucrărilor de compactare a pământurilor necoezive, indicativ GT 067 – 2014
6. Normativ privind determinarea valorilor caracteristice și de calcul ale parametrilor geotehnici, indicativ NP 122:2010

Standarde:

1. SR EN 1997-1:2004 Eurocod7: Proiectarea geotehnică Partea 1: Reguli generale
2. SR EN 1997-1:2004/NB:2016 Eurocod 7: Proiectarea geotehnică Partea 1: Reguli generale. Anexa națională
3. SR EN 1997-2:2007 Eurocod 7: Proiectarea geotehnică. Partea 2: Investigarea și încercarea terenului
4. SR EN 1997-2:2007/NB 2009 Eurocod 7: Proiectarea geotehnică. Partea 2: Investigarea și încercarea terenului. Anexa națională
5. SR EN 1997-2:2007/AC:2010 Eurocod 7: Proiectarea geotehnică. Partea 2: Investigarea și încercarea terenului
6. SR EN ISO 22475-1:2007 Investigații și încercări geotehnice. Metode de prelevare și măsurări a apei subterane. Partea 1: Principii tehnice pentru execuție
7. SR CEN ISO/TS 22475-2:2009 Investigații și încercări geotehnice. Metode de prelevare și măsurări a apei subterane.
8. SR CEN ISO/TS 22475-2:2009 Investigații și încercări geotehnice. Metode de prelevare și măsurări a apei subterane. Partea 3: Evaluarea conformității firmelor și personalului de către o terță parte
9. SR EN ISO 14688-1:2018 Cercetări și încercări geotehnice. Identificarea și clasificarea pământurilor. Parte 1: Identificare și descriere
10. SR EN ISO 14688-2:2018 Cercetări și încercări geotehnice. Identificarea și clasificarea pământurilor. Parte 2: Principii pentru o clasificare
11. SR EN ISO 22476-2:2006 Cercetări și încercări geotehnice. Încercări pe teren. Partea 2: Încercarea de penetrare dinamică
12. SR EN ISO 22476-2:2006/A1:2012 Cercetări și încercări geotehnice. Încercări pe teren. Partea 2: Încercarea de penetrare dinamică
13. SR EN ISO 22476-3:2006 Cercetări și încercări geotehnice. Încercări pe teren. Partea 3: Încercarea de penetrare standard
14. SR EN ISO 22476-3:2006/A1:2012 Cercetări și încercări geotehnice. Încercări pe teren. Partea 3: Încercarea de penetrare standard
15. STAS 1243/3-87 Teren de fundare. Cercetare prin sondaje deschise
16. STAS 1242/4-85 Teren de fundare. Cercetări geotehnice prin foraje executate în pământuri
17. C 159-89 Instrucțiuni tehnice pentru cercetarea terenului de fundare prin metoda penetrării cu con

STUDIU COMPARATIV AL COMPORTĂRII PODURILOR DE TIP NETWORK ARCH

Autori
Alex V. FANEA[1], Sorina N. DONEA[2]
[1]*Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Fanea.Va.Alex@student.utcluj.ro*
[2]*Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca* Donea.Ne.Adriana@student.utcluj.ro

Îndrumător
S.L. Dr. Ing. Alexandra Denisa DANCIU
Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, alexandra.danciu@cfdp.utcluj.ro

REZUMAT: *Podurile de tip Network Arch sunt poduri pe arce la care tiranții sunt înclinați și se intersectează în cel puțin două puncte, rezultând o distribuție uniforma a eforturilor de încovoiere in lungul arcelor. Se pot asemăna cu podurile pe grinzi cu zabrele, din punct de vedere al rigidității. Un avantaj major al acestor structuri constă în reducerea secțiunilor transversale ale elementelor principale comparativ cu alte tipuri de poduri pe arce. În lucrare am realizat o comparație a eforturilor în diferite variante de dispunere a tiranților. Se vor analiza încărcările provenite din încărcări unitare, dar cu raport între încărcările utile vs cele din greutate proprie similare celor din traficul rutier și va fi prezentată variația momentului încovoietor și a forței axiale în elementele structurii: arce, grinda tirant și tiranții. Prin intermediul acestui studiu, se urmărește evaluarea modului în care diferitele aranjamente ale rețelei de tiranți pot influența distribuția eforturilor în structura podului și identificarea soluțiilor optime pentru asigurarea rezistenței și stabilității adecvate a podului.*

Cuvinte cheie: poduri de tip network arch, poduri în arc, sistem Nielsen, grinda Langer

1. Generalități

Podurile în arc cu tirant sunt structuri în care compresiunea arcului este echilibrată de o forță de tracțiune care se dezvoltă in grinda tirant, fără a genera împingeri laterale la capătul arcului. Forțele preluate de tablier sunt transmise arcelor prin intermediul elementelor verticale sau înclinate care se numesc tiranți și pot fi de tip cablu sau bară rigidă. Un avantaj al podurilor în arc cu tiranți este acela că tablierul este susținut de grinda tirant de la partea inferioară și nu de reacțiunile laterale ale culeelor ceea ce duce la o reducere a unei infrastructuri masive și posibilitatea de fundare a structurilor de acest tip și acolo unde avem terenuri de fundare slabe.[5]

Profesorul Per Tveit, în timp ce lucra la teza sa de doctorat în 1955, a avut ideea unui pod în arc cu cabluri portante înclinate care se intersectează cel puțin de două ori. A numit această nouă structură "Network arch" și a devenit centrul cercetărilor sale de atunci. Primul pod al profesorului Tveit a fost podul de la Steinkjer din Norvegia, finalizat în 1963, având partea carosabilă de 6 m și o deschidere de 80 m [1 - 3].

Tema lucrării urmărește, sub analiza unor încărcări similare încărcărilor din trafic rutier, evaluarea modului în care diferitele aranjamente ale rețelei de tiranți pentru un pod cu deschiderea de 36m pot influența distribuția eforturilor în structura podului (arc, grinda tirant, tiranții) urmărindu-se astfel variația momentului încovoietor a și al efortului axial. Încărcările

luate în considerare sunt încărcări unitare, dar care respecta raportul între încărcările din greutatea sistemului tandem corespunzător modelului de încărcare LM1, respectiv încărcarea din UDL și încărcarea din greutate proprie estimată pentru o structură de pod în arc de deschidere similară cu cea studiată.

În cadrul lucrării s-au analizat 3 tipuri de poduri în arc cu tiranți : structura de tip Langer (cu tiranți verticali) care reprezintă primul sistem utilizat pentru realizarea podurilor în arc cu cale jos. În esență, structura de tip Langer constă în rigidizarea unei grinzi, prin fixarea de aceasta a unui element portant vertical, astfel încât grinda să preia acțiunea orizontală, de asemenea structura poate fi tratată ca si o grindă simplu rezemată, arcul este blocat la un capăt iar celălalt fiind liber.

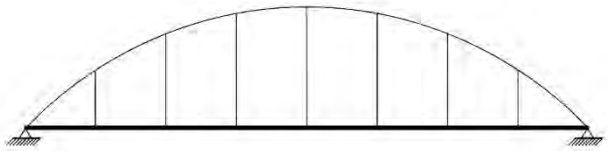


Figura 1 . Pod în arc cu tiranți verticali (grinda Langer)

Cea de a doua structură este sistemul de tip Nielsen diferită față de sistemul Langer prin faptul că dispunerea tiranților este înclinată, dispuși simetric față de axa verticală, tiranți care se intersectează doar pe arc și/sau grinda tirant. Acest tip de aranjare a tiranților permite preluarea forței tăietoare rezultată prin încărcarea asimetrică a tablierului ducând astfel la o reducere a efortului de încovoiere din arc și tiranți, însă acest sistem este limitat de eforturile axiale de compresiune ce apar în anumiți tiranți când raportul dintre încărcările variabile și cele permanente este mare.

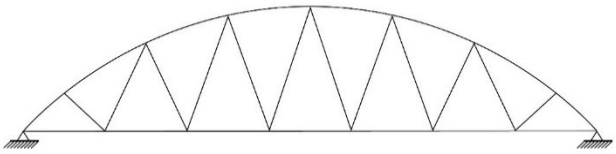


Figura 2 . Pod în arc de tip Nielsen

Cel de al treilea sistem este o îmbunătățire a sistemului Nielsen care constă în faptul că o parte din tiranți se vor încrucișa de cel puțin doua ori. Acest mod de dispunere a tiranților duce la o distribuție mult mai uniformă a eforturilor de încovoiere atât în lungul arcelor cat și în lungul grinzii tirant. Un avantaj al acestor structuri este faptul că datorită uniformizării eforturilor în lungul arcelor se poate realiza o reducere substanțială a secțiunilor. Datorită caracteristicilor lor, podurile de tip Network Arch pot fi proiectate utilizând secțiuni transversale foarte reduse, ceea ce a condus la obținerea unor poduri în arc cu zveltețe foarte mare. Ancorajele cablurilor amplasate la echidistanță în lungul arcului dau momentul de încovoiere cel mai mic în cazul încărcării pe toată deschiderea.[5]

2. STRUCTURA ANALIZATĂ

Structura de pod în arc analizata are deschiderea de 36 m, deschidere similară primului pod în arc cu sistem de tiranți în rețea realizat în Transilvania [4-5]. Pentru analiza comparativă efectuată au fost luate în considerare trei săgeți ale arcului, 6.5m, 7.2m, si 7.5m. În general săgeata arcului se recomandat a fi în intervalul 0.15 până la 0.2 din deschidere. Datorită

deschiderii mici s-a adoptat un raport între săgeata și deschidere care variază între 0.18 și 0.21, pentru a avea ulterior posibilitatea de a studia atât varianta unui pod pe arc deschis (fără contravântuire superioară), cât și varianta unui pod pe arc închis (cu contravântuire superioară) [6].

Studiul condus a fost pentru un număr variabil de tiranți, 10, 14, respectiv 20 tiranți, atât pentru arcul cu tiranți verticali, cât și pentru structura Nielsen. Pentru structura de tip „Network Arch" am mers pe același număr de tiranți, în trei variante de dispunere a acestora: înclinare constante a tiranților față de grinda tirant, cu unghiul de înclinare al tiranților față de aceasta de 45^o cu tiranți distribuiți echidistant pe lungimea arcului (Figura 3.a); dispunere a tiranților cu înclinare variabilă față de grinda tirant, unghiul de plecare fiind de 50^o, iar pasul de creștere de 2^o la fiecare tirant (Figura 3.b); dispunere radială (Figura 3.c). De asemenea în lucrare sunt analizate și structurile de tip Langer (tiranți vertical) cât și structurile de tip Nielsen.

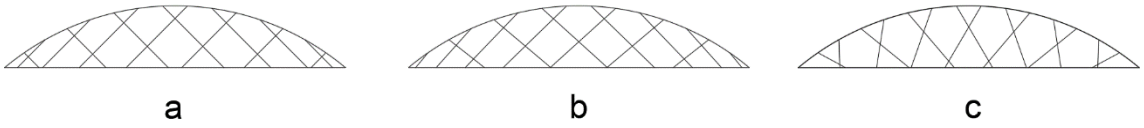


Figura 3 . Dispunerea tiranților pentru rețeaua de tip Network Arch
a. dispunere cu panta constanta b. dispunere cu panta variabila c. dispunere radiala

Dispunerea tiranților a fost studiată într-un număr mare de lucrări, dar pentru deschideri de 100 m sau mai mari de 100m [7, 8]. Dispunerea radială, dezvoltată și studiată în [9, 10] constă în trasarea rețelei de tiranți față de razele la arcul de cerc care descrie arcul. Tiranții sunt dispuși echidistant pe lungimea arcului și se intersectează cu razele cercului sub același unghi. Pentru un număr mare de structuri studiate, dispunerea radială oferă reducerea cea mai mare a momentelor încovoietoare în arc.

Structurile au fost trasate întâi în Autocad, apoi datele extrase din AutoCad și introduse în programul de specialitate SAP2000, unde au fost definite secțiunile structurii și combinațiile de încărcări necesare analizei; pentru grinda tirant și arc s-a utilizat o secțiune dreptunghiulară casetată din oțel S355 având dimensiunile de 400x600mm și o grosime a pereților de 40mm, iar pentru tiranți s-a utilizat o secțiune circulară cu diametrul de 60mm din oțel S450, Figura 4. Pentru analiza structurii am definit mai multe cazuri de încărcare: încărcarea distribuită „distributed" cu o valoare de 0.24 kN/m și două forțe distribuite „live" și live-half" cu valoarea de 0.24 kN/m; forță denumită „distributed" reproduce o încărcare unitară din greutate proprie, iar forțele de tip „live" se refera la o încărcare unitară echivalentă din sistemul UDL din convoiul LM1, din care prima acționează pe întreaga structură iar cea de a doua pe jumătate. De asemenea au fost definite și forțe concentrate unitare, echivalente sistemului tandem TS al convoiului LM1. Acestea au fost definite în următoarele puncte: la jumătatea deschiderii , la 1/3*L, ¼*L si 1/10*L si, cum am menționat, au valoare de 1 kN.

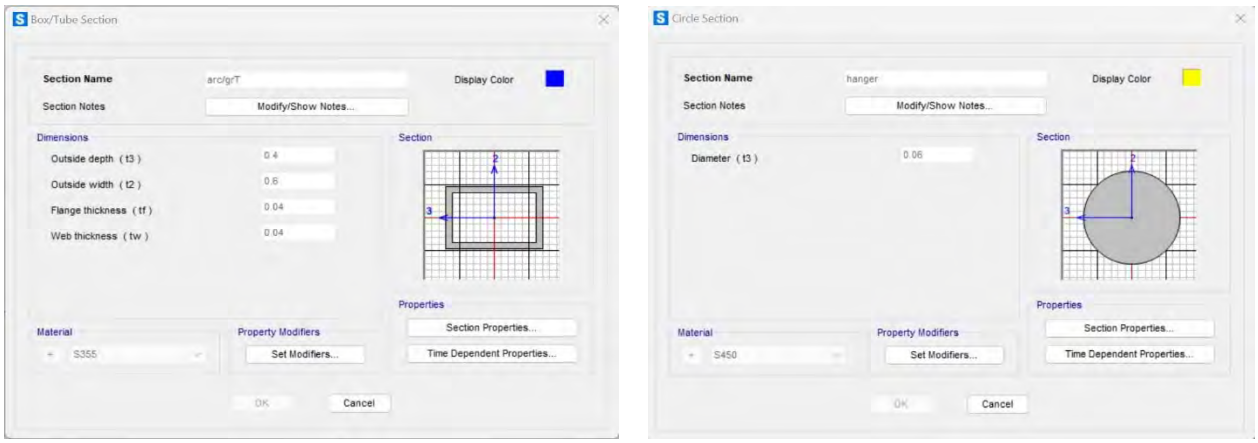


Figura 4 . Secțiunile structurii

3. Rezultate

Structurile au fost analizate pentru următoarele cazuri de încărcare: HALF-1/2 (combinația dintre forțele distribuite „live-half”, „distributed” si forța concentrata Q care acționează la jumătatea deschiderii), HALF-1/3(combinația dintre forțele distribuite „live-half”, „distributed” si forța concentrata Q care acționează la o treime din deschidere), HALF-1/4 (combinația dintre forțele distribuite „live-half”, „distributed” si forța concentrata Q care acționează la o pătrime din deschidere), HALF-1/10 (combinația dintre forțele distribuite „live-half”, „distributed” si forța concentrata Q care acționează la o zecime din deschidere), TOT-1/2 (combinația dintre forțele distribuite „live”, „distributed” si forța concentrata Q care acționează la jumătatea) , TOT-1/3 (combinația dintre forțele distribuite „live”, „distributed” si forța concentrata Q care acționează la o treime din deschidere), TOT-1/4 (combinația dintre forțele distribuite „live”, „distributed” si forța concentrata Q care acționează la o pătrime din deschidere) si TOT-1/10 (combinația dintre forțele distribuite „live”, „distributed” si forța concentrata Q care acționează la o zecime din deschidere).

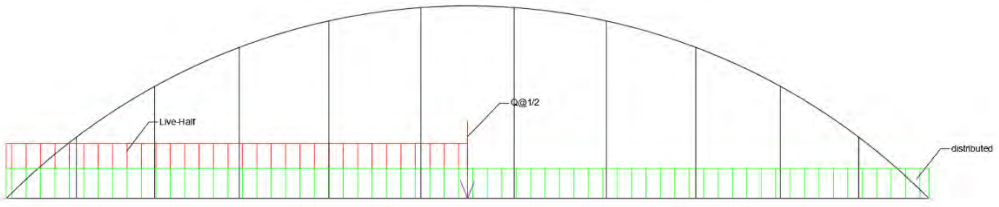


Figura 5 . Modul de dispunere al încărcărilor pentru combinația HALF-1/2

În urma analizei structurale am extras datele necesare realizării studiului, astfel au fost extrase efortul axial maxim P cu momentul încovoietor aferent M3 și momentul încovoietor M3 cu efortul axial aferent P, în toate elementele structurii, arc, grindă tirant și tiranți, necesar

urmăririi variației acestora și pentru a putea efectua comparația eforturilor în fiecare structură analizată.

Pentru fiecare tip de structura analizata, eforturile obținute sunt prezentate in tabelele 1-3.

Tabelul 1. Variația momentului M3 si efortului axial P la nivelul arcului

		vertical		**nielsen**		**dispunere cu panta constanta**		**dispunere cu panta variabila**		**dispunere radiala**	
Săgeata arcului	Numărul de tiranți	M3 (kNm)	P (kN)	M3 (kNm)	P (kN)	M3 (kNm)	P (kN)	M3 (kNm)	P (kN)	M3 (kNm)	P (kN)
6.5	10	-3.9385	-23.027	2.6205	-24.647	3.8437	-26.868	2.589	-26.539	1.998	-13.937
7.2		-4.2195	-21.071	2.5741	-22.825	3.8235	-24.298	3.2697	-24.535	1.8284	-12.908
7.5		-4.3541	-20.352	2.5582	-22.161	4.3462	-23.713	3.4246	-23.708	1.8159	-10.819
6.5	14	-3.8951	-22.883	1.7777	-24.807	2.7264	-25.686	2.0985	-25.638	1.1002	-14.162
7.2		-4.1721	-20.925	1.77	-23.037	2.9785	-23.626	2.1595	-23.526	1.1922	-13.154
7.5		-4.2957	-20.204	1.7689	-22.392	2.9943	-19.526	2.1999	-22.733	1.2302	-12.776
6.5	20	-3.884	-22.054	1.2637	-21.429	2.1609	-24.812	2.7375	-21.483	0.7284	-14.257
7.2		-4.1671	-21.125	1.2591	-19.335	2.1181	-22.925	1.6292	-24.196	0.811	-13.296
7.5		-4.2929	-20.416	1.2607	-18.557	2.0997	-22.216	2.0722	-21.808	0.8435	-12.933

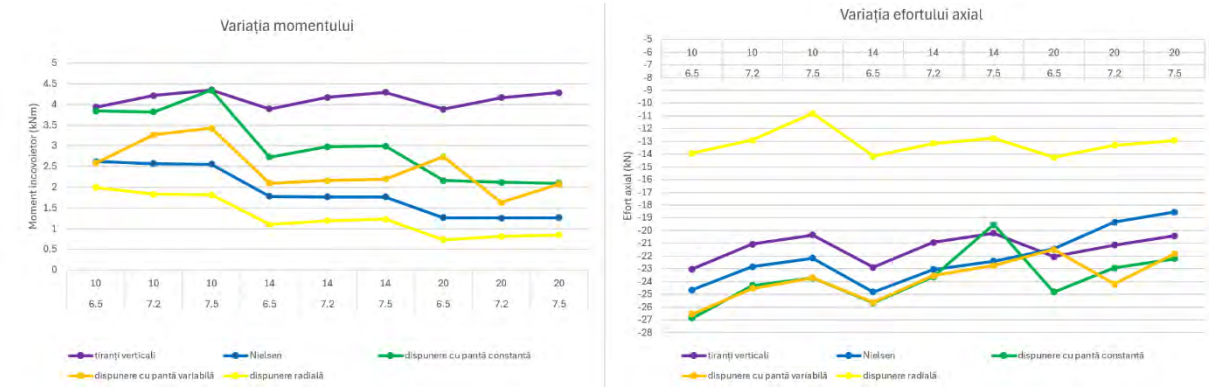


Figura 6 . Modul de variație al momentului încovoietor și al efortului axial la nivelul arcului

Tabelul 2. Variația momentului M3 si efortului axial P la nivelul grinzii tirant

		vertical		**Nielsen**		**dispunere cu panta constanta**		**dispunere cu panta variabila**		**dispunere radiala**	
Săgeata arcului	Numărul de tiranți	M3 (kNm)	P (kN)	M3 (kNm)	P (kN)	M3 (kNm)	P (kN)	M3 (kNm)	P (kN)	M3 (kNm)	P (kN)
6.5	10	-4.7965	21.351	3.3234	21.874	-3.8437	22.68	4.8336	19.547	1.9985	9.814
7.2		-5.1798	19.211	3.2449	19.654	-4.1262	13.958	5.2039	17.621	-1.8284	10.344
7.5		-5.3599	18.413	3.2169	18.826	-4.3462	19.057	5.2308	16.922	-1.8159	8.56
6.5	14	-4.0518	21.277	-1.7777	20.134	-2.7264	21.278	1.9396	20.76	1.3676	9.155
7.2		-4.8745	19.144	-1.77	17.872	-2.9785	18.813	2.5261	15.823	1.6347	8.69
7.5		5.0488	18.348	-1.7689	17.019	-2.9943	15.284	-2.885	15.7	1.7868	8.259
6.5	20	-4.3624	21.231	1.3529	22.141	-2.1609	20.233	-2.7375	17.929	1.1495	11.504
7.2		-4.7549	19.103	1.378	9.579	-2.1181	17.833	1.3707	7.447	1.3786	9.132
7.5		-4.9336	18.309	1.3923	9.18	-2.0997	16.905	1.8694	17.327	1.2482	8.716

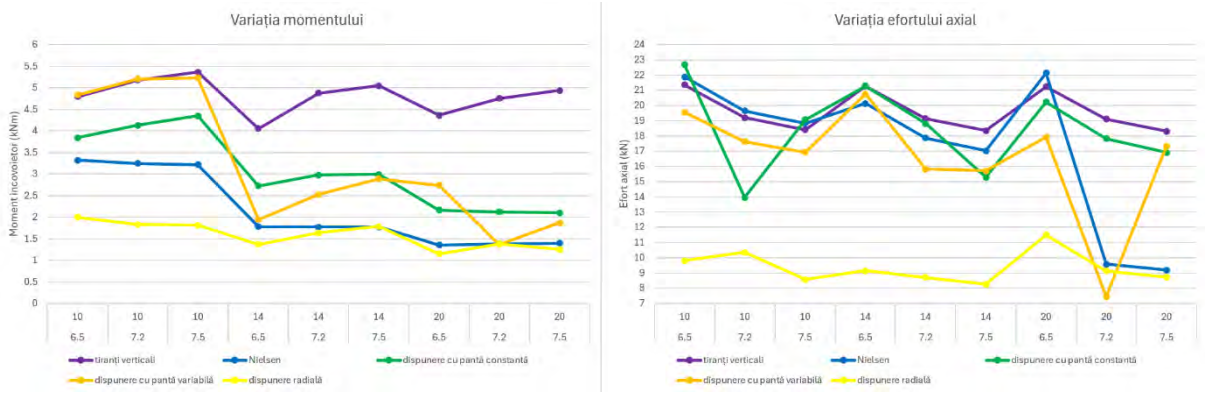


Figura 6 . Modul de variație al momentului încovoietor și al efortului axial la nivelul grinzii tirant

Tabelul 3. Variația efortului axial P la nivelul tiranților

		vertical	**Nielsen**	**dispunere cu panta constanta**	**dispunere cu panta variabila**	**dispunere radiala**
Săgeata arcului	Numărul de tiranți	P (kN)	P (kN)	P (kN)	P (kN)	P (kN)
6.5	10	3.48	4.398	6.06	5.819	2.799
7.2		3.497	4.344	6.429	6.026	2.74
7.5		3.506	4.34	6.451	6.138	2.693
6.5	14	2.583	3.33	4.901	4.94	2.143
7.2		2.593	3.307	5.297	5.104	2.174
7.5		2.597	3.315	5.172	5.184	2.175
6.5	20	1.828	2.609	3.762	3.877	1.564
7.2		1.84	2.716	3.956	3.747	1.586
7.5		1.845	2.751	4.034	2.167	1.598

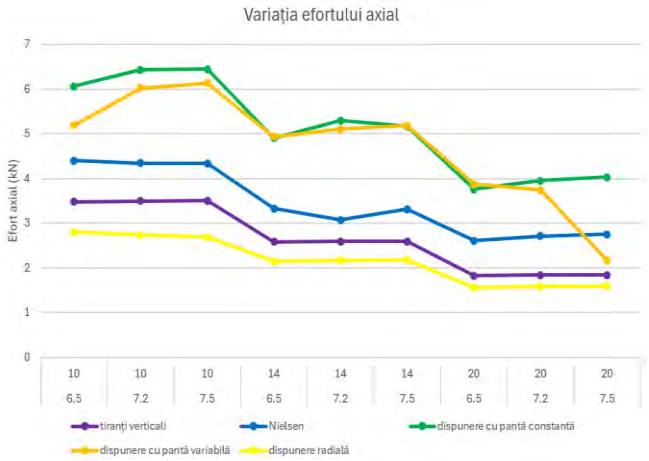


Figura 7 . Modul de variație al efortului axial la nivelul tiranților

4. Concluzii și discuții

S-a observat că distribuția momentelor încovoietoare în grinda tirant și arc, pentru cele mai defavorabile combinații de încărcări, este mai bună în cazul structurilor de tip „Network Arch" analizate, comparativ cu structurile cu tiranți verticali și structurile de tip Nielsen.

Pentru arcele cu tiranți verticali se observa o forță de compresiune mai mare in arc pentru sageata mai redusa a arcului, f=6.5m, in timp ce valoarea momentului încovoietor este redusă cu 10% in cazul săgeții arcului de 6.5m, comparativ cu săgeata de 7.5m.

In toate cazurile studiate, Nielsen, arce cu tiranți verticali, network arch, forța de compresiune in arc descreşte atât cu creşterea raportului f/L, cat si cu creşterea numărului de tiranți.

La structurile tip Nielsen, se observa același moment încovoietor indiferent de valoarea săgeții arcului, la același număr de tiranți.

Se observa o scădere procentuala a momentelor intre 33.46% si 70.63% in cazul arcelor Nielsen fata de arcele cu tiranți verticali. Pentru configurațiile 1 si 2 de tip network arch studiate scăderea este mai redusa, intre 1% si 51% pentru configurația cu panta constanta si intre 21% si 61% pentru configurația cu creştere a pantei tiranților. In schimb, pentru dispunerea radiala, scăderea procentuala a valorii momentului încovoietor in arc se menține intre 49% si 81% pentru situațiile studiate. Scăderea maxima a valorii momentului încovoietor se observă pentru un număr de 20 tiranți, iar cea mai mare scădere a valorii încovoierii este pentru săgeata cea mai mică, cea de 6.5m. Se mai observa o scădere a valorii momentului încovoietor in jur de 71% pentru 14 tiranți si săgeata arcului de 7.2m si 7.5m. Pentru cele doua configurații menționate, dispunere radiala, 14 tiranți, săgeata de 7.2m si 7.5m se observa si o reducere a efortului axial in arc in jur de 37% față de arcul cu tiranți verticali.

In cazul grinzii tirant, pentru configurațiile care au cele mai mari scăderi are eforturilor in arc se observa un comportament similar in grinda tirant. Momentul încovoietor înregistrează o scădere in jur de 65%, iar efortul axial o scădere de 55%.

Cea mai bună distribuție a efortului axial in tiranți se observă tot pentru dispunerea radială a acestora, în timp ce celelalte două variante de tip Network Arch studiate dau eforturi de întindere mai mari in tiranți decât în arcul cu tiranți verticali sau structura Nielsen. E de menționat ca în cazul unui arc cu tiranți verticali sau structură Nielsen, in proiectare probabil s-ar alege un număr mai mic de tiranți decât studiul efectuat.

Ca o concluzie a studiului efectuat, dispunerea radială a tiranților oferă rezultate foarte bune si la deschideri mici, pentru un număr relativ redus de tiranți, 10 si 14. De asemenea, rezultatele obținute sunt bune indiferent de săgeata arcului, ceea ce permite studierea pe viitor atât a unei soluții de pod pe arce închis, cat și a unui pod pe arce închis la partea superioară.

BIBLIOGRAFIE

1. Tveit P., dr. ing. Docent Emeritus, Agder University, Grimstad, Norway. *About the Network Arch. Personal communication*, Second edition January 2011.
2. Tveit P., dr. ing. Docent Emeritus, Agder University, Grimstad, Norway. *The Network Arch. Bits of Manuscipt in March 2014 after Lectures in 50+ Countries*. Personal communication, 2014.
3. Tveit P,. *How to design economical network arches*, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2019, 471, 052078, doi:10.1088/1757-899X/471/5/052078.
4. Vlad Mihai, *Podul Unirii din comuna Maieru. Concept si execuție*. Revista Drumuri si Poduri, nr. 198 (267) dec. 2019, ISSN 1222-4235.
5. Mihai Vlad, *Teza de doctorat „Studiu privind alcătuirea si calculul structurilor cu cabluri portante*, Cluj-Napoca 2019.
6. Moga, P., Gutiu, S.I., Danciu, A.D., Moga, C. *Poduri Metalice. Manual practic de proiectare*., UTPress, Cluj-Napoca, 2022.
7. Stephan Teich, *Beitrag zur Optimierung von Netwerkbogenbrücken*, Dresden 2012.
8. Alexandra Denisa Danciu, Stefan I. Guțiu, Cătălin Moga, Mihai L. Dragomir, Mădălina Ciotlăuș, Vladimir Marusceac, *A Review of Network Arch Bridge*, Cluj-Napoca 2023
9. Teich S., Wendelin S., *Vergleichsrechnung einer Netzwerkbogenbrückeunter Einsatz des Europäischen Normenkonzeptes.*, Diplomarbeit, Technische Universitat Dresden, 21 August 2001, in German.
10. Brunn B., Schanack F., *Calculation of a double track railway network arch bridge applying the European standards*, Master Thesis, Dresden University of Technology, Germany, defended in Grimstad, Norway, August 2003.
11. Mihai Vlad, Gavril Kollo, Vladimir Marusceac, *A Modern Approach to Tied-Arch Bridge Analysis and Design*, 2015
12. Mihai Vlad, Gavril Kollo, *Optimization of hanger inclination for tied-arch bridge*, Cluj-Napoca 2014

ANALIZA TEHNICO-ECONOMICĂ A SOLUȚIILOR SISTEMELOR RUTIERE PENTRU DRUMURI

Autor
Ines S. GEAFAR[1],
[1]*Facultatea de Construcții, Universitatea Ovidius din Constanța, elines71@yahoo.com*

Îndrumător
Șef lucrări dr. ing. Diana Doina ȚENEA
Facultatea de Construcții, Universitatea Ovidius din Constanța, diana.tenea@365.univ-ovidius.ro

REZUMAT: *Drumurile reprezintă infrastructura de bază pentru dezvoltarea economică și socială a unei țări, întrucât schimburile și interacțiunea dintre comunități aduc mereu plus de valoare.*
România are la acest moment o infrastructură importantă ca și lungime, de peste 86.336 km de drumuri de toate tipurile, dintre care au fost modernizate puțin peste 41.653 km, inclusiv 949 km de autostrăzi iar restul au nevoie de lucrări de optimizare și reparație capitală imediată. Din această cauză este nevoie de o atenție sporită în industria construcțiilor asupra cheltuielilor de execuție și de întreținere în exploatare pentru sistemele rutiere ale drumurilor, indiferent de clasa lor tehnică. Abordările științifice, validate ulterior experimental, au dus la utilizarea în industrie a diferitelor tipuri de materiale de construcții specifice, dar decizia de integrare a acestora în proiecte este dificilă fără o cuantificare clară a costurilor.
Astfel, lucrarea de față își propune realizarea unei analize tehnice și economice pentru soluțiile sistemelor rutiere și clasificarea acestora în funcție de cheltuielile de execuție raportate la 1 km de drum, pentru clase tehnice diferite, inclusiv a soluțiilor de întreținere pentru fiecare sistem rutier inclus în analiză.

Cuvinte cheie: Soluții sisteme rutiere, infrastructură, straturi rutiere, sustenabilitate, eficiență, exploatare.

1. De ce este importantă adecvarea sistemului rutier?

Drumurile reprezintă principala cale de comunicație între regiunile și localitățile unei țări, dar și pentru comunicarea cu țările vecine. Din acest motiv, starea infrastructurii rutiere afectează în majoritatea cazurilor economia regiunii.

Dezvoltarea infrastructurii rutiere se referă la modernizarea și extinderea unor trasee, dar și la îmbunătățirea structurii rutiere a unui drum existent. Acest lucru include diverse aspecte, cum ar fi:

- Extinderea rețelei rutiere prin realizarea de noi rute care cresc conectarea și determină creșterea economică prin facilitarea transportului de mărfuri care poate deschide noi orizonturi pentru afaceri;
- Modernizarea infrastructurii rutiere care, prin aplicarea unor abordări inovatoare sporește siguranța și eficiența rutelor de transport;
- Creșterea capacității de trafic prin dublarea numărului de benzi pe sensul de circulație, având ca rezultat fluidizarea traficului rutier;
- Promovarea mobilității durabile inclusiv prin realizarea de piste pentru circulația bicicliștilor, pentru transportul public de persoane, sporind astfel sustenabilitatea și reducând impactul asupra mediului înconjurător;
- Integrarea tehnologiei, prin modernizarea traficului rutier și aplicarea conceptelor de Smart City, dar și prin actualizarea și comunicarea în timp real a stării drumurilor;

- Siguranța rutieră, esențială pentru creșterea calității activității de transport, reducerea riscului de accidente, a pierderilor materiale și de vieți omenești prin reducerea conflictelor în trafic, semnalizarea corectă și sporirea vizibilității pe orice tronson de drum.

Majoritatea acestor principii, aplicate în proiectarea și construcția drumurilor presupun o abordare integrată dar și cheltuieli de investiție importante, soluția finală urmând să fie stabilită pe baza unei analize cost-beneficiu, capitol extrem de important, parte a documentației tehnico-economice de tip studiu de fezabilitate.

Țările europene au avut această abordare privind infrastructura rutieră de mai multe decenii, încurajând transportul inter modal și aplicând în orașe soluții sustenabile, încurajând utilizarea spațiilor publice și a străzilor cu transport alternativ, nepoluant.

Țările din fostul bloc estic se confruntă însă cu aceleași probleme legate de subfinanțări și întârzieri în modernizarea infrastructurii rutiere, aplicarea măsurilor sporite de siguranță a circulației și modernizarea sistemelor de transport. Din păcate, consecința directă este că, statistic, România se află printre primele locuri în Europa în ceea ce privește accidentele rutiere ceea ce solicită autoritățile pentru o abordare coerentă în privința modernizării rețelei rutiere.

2. Proiectarea sistemelor rutiere

Proiectarea sistemelor rutiere este o activitate complexă, care presupune o cercetare profundă asupra domeniului cu scopul de a realiza o infrastructură cât mai sigură, eficientă și sustenabilă.

Principalele analize se realizează asupra următoarelor aspecte, cum ar fi:

- Analiza tipului și volumului traficului;
- Caracteristicile geometrice ale viitorului drum în funcție de clasa tehnică a drumului;
- Intersecții cu alte căi de comunicații;
- Semnalizarea rutieră siguranța rutieră și orientare;
- Colectarea și evacuarea apelor meteorice;
- Impactul asupra mediului: proiectarea unui drum trebuie realizată astfel încât să nu fie afectat mediul înconjurător, prin modificarea dramatică a terenului natural și poluare atât pe timpul construcției cât și ulterior în exploatare (o proiectare optimă ar reprezenta integrarea drumului în peisaj, nu distrugerea acestuia).

În domeniul drumurilor sunt în vigoare acte normative, reglementări tehnice și standarde care ghidează procesul de proiectare și execuție al drumurilor, relevante fiind următoarele:

- ORDONANȚA nr. 43 din 28 august 1997 privind regimul juridic al drumurilor;
- Normativ pentru dimensionarea sistemelor rutiere suple și semirigide, indicativ PD 177-2001;
- Pentru verificarea la acțiunea fenomenului de îngheț-dezgheț, standardul STAS 1709/2;
- Norme tehnice privind stabilirea clasei tehnice a drumurilor publice, ORDINUL 1295.

Normativul PD 177-2001– Normativ pentru dimensionarea sistemelor rutiere suple și semirigide (Metoda Analitică), prezintă aspecte legate de:

- Construcția de drumuri noi, drumuri expres, autostrăzi și străzi;
- Modernizarea drumurilor pietruite existente;
- Lucrări de reabilitare a drumurilor.

Astfel, selectând informațiile tehnice de temă se poate estima o proiectare corectă și eficace pentru orice tronson și tip de drum.

În general, pentru fiecare clasă tehnică și tip de drum, au fost formulate mai multe soluții pentru alcătuirea sistemelor sau structurilor rutiere, proiectantul, verificatorul tehnic și beneficiarul urmând să aleagă soluția optimă din punct de vedere tehnic și economic.

3. Studiu de caz – Analiza tehnico-economică a sistemelor rutiere, o modalitate de a optimiza comportarea în exploatare a drumurilor

Pentru a identifica cea mai bună soluție dintre soluțiile propuse în normative precum și modul de aplicare a acestora în practica curentă, se propune o metodologie de lucru prin care sunt calculate toate tipurile de structuri rutiere propuse în conformitate cu Anexa 3 – Programul pentru calculul tensiunilor și deformațiilor specifice în sistemele rutiere în România, indicativ PD 177-2001 [1], pentru care se propun soluții posibile de întreținere și reabilitare pentru păstrarea stării de viabilitate în exploatare.

Se propune spre analiză proiectarea unui drum tehnic, de categoria IV, cu viteza de proiectare de 40 km/h, pentru care traficul va fi preponderent greu, astfel, conform Ordinului 1295 – Norme tehnice privind stabilirea clasei tehnice a drumurilor publice[2], se va calcula cu traficul pentru care intensitatea medie zilnică anuală este de 4500 vehicule etalon.

Caracteristicile traficului

Clasa tehnică a drumului public	Denumirea intensității traficului	Intensitatea medie zilnică anuală		Intensitatea orară de calcul		Tipul drumului recomandat
		Exprimată în număr de vehicule				
		Etalon (autoturisme)	Elective (fizice)	Etalon (autoturisme)	Efective (fizice)	
0	1	2	3	4	5	6
I	Foarte intens	> 21.000	> 16.000	> 3.000	> 2.200	Autostrăzi sau drumuri expres
II	Intens	11.001-21.000	8.001-16.000	1.401-3.000	1.001-2.200	Drumuri expres sau drumuri cu patru benzi de circulație
III	Mediu	4.501-11.000	3.501-8.000	550-1.400	400-1.000	Drumuri cu două benzi de circulație
IV	Redus	1.000-4.500	750-3.500	100-550	75-400	
V	Foarte redus	< 1.000	< 750	< 100	< 75	Drumuri cu două benzi

Figura 1. Alegerea caracteristicilor traficului. [2]

Conform prevederilor specifice din PD 177-2001 - Normativ pentru dimensionarea sistemelor rutiere suple și semirigide (Metoda Analitică) [1], au fost analizate pentru tronsonul de drum propus mai multe soluții de realizare a straturilor rutiere.

În total, se propune analiza a 13 soluții posibile pentru sistemul rutier. Calculul sistemului rutier se realizează prin intermediul programului CALDEROM2000 [5], iar analiza tehnico-economică având la bază rezultatele obținute din aplicarea softului DOCLIB [4].

Structurile rutiere indicate sunt cu titlu de exemplificare, acestea trebuiesc privite din perspectiva materialelor utilizate și a comportării lor.

Se va lua în considerare, prin programul CALDEROM2000 [5], modul de comportare al straturilor sub acțiunea sarcinilor transmise de traficul dat prin temă.

Astfel, în tabelul următor sunt centralizate datele și variantele de alcătuire pentru sistemele rutiere propuse spre a se analiza.

Tabelul 1.Variante de alcătuire pentru sistemele rutiere.

Variantă	**Straturi**	**Modul de elasticitate E (MPa)**	**Coeficientul Poisson μ**
1	Balast-20cm Macadam-10cm Mix asfaltic-5cm	300 600 3600	0.27 0.27 0.35
2	Balast-10cm Balast optimal-10cm Macadam-8cm Mix asfaltic-5cm	300 300 600 3600	0.27 0.27 0.27 0.35

3	Balast -10cm Balast optimal-10cm Macadam penetrat-10cm Mix asfaltic-5cm	300 300 1000 3600	0.27 0.27 0.27 0.35
4	Balast-10cm Piatră spartă-12cm Macadam-8cm Mix asfaltic-5cm	300 400 600 3600	0.27 0.27 0.27 0.35
5	Balast-10cm Piatră spartă-12cm Mix asfaltic-5cm	300 400 3600	0.27 0.27 0.35
6	Balast-10cm Piatră spartă-12cm Macadam penetrat-8cm Mix asfaltic-5cm	300 400 1000 3600	0.27 0.27 0.27 0.35
7	Balast-10cm Piatră spartă-12cm Mix asfaltic-5cm	300 400 3600	0.27 0.27 0.35
8	Balast-10cm Blocaj de piatră brută-21cm Piatră spartă-6cm Macadam-8cm	300 300 400 600	0.27 0.27 0.27 0.27
9	Balast-10cm Blocaj de piatră brută-21cm Piatră spartă-6cm Mix asfaltic-5cm	300 300 400 3600	0.27 0.27 0.27 0.35
10	Balast-15cm Agregate naturale-12cm Mix asfaltic-5cm	300 1200 3600	0.27 0.25 0.35
11	Balast-10cm Agregate puzolanici-12cm Mix asfaltic-5cm	300 1200 3600	0.27 0.25 0.35
12	Balast-10cm Agregate puzolanici-12cm Piatră spartă cu bitum-9cm Mix asftaltic-5cm	300 1200 500 3600	0.27 0.25 0.27 0.35
13	Balast-10cm Agregate puzolanici-12cm Mix asfaltic-5cm	300 1200 3600	0.27 0.25 0.35

Prin utilizarea softului CALDEROM2000 [5], se vor introduce caracteristicile fiecărui sistem rutier prin definirea următorilor parametrii: numărul de straturi, grosimea fiecărui strat rutier, modulul de elasticitate și coeficientul Poisson. Astfel, în tabelul următor sunt centralizate datele din fișierele Rezultat.dat pentru fiecare sistem rutier posibil.

Tabelul 2.Rezultate obținute în CALDEROM 2000 [5].

Variantă	**Straturi**	**Tensiunea specifică orizontală σ_r (MPa)**	**Deformația orizontală de întindere ε_r (microdef)**	**Deformația specifică verticală ε_z (microdef)**
1	Balast-20cm Macadam-10cm Mix asfaltic-5cm	0.0425 0.0823 0.0548	111 138 145	346 483 738
2	Balast-10cm Balast optimal-10cm Macadam-8cm	0.0909 0.0111	969 143	310 470

	Mix asfaltic-5cm	0.0661	213	749
3	Balast -10cm	0.0885	851	267
	Balast optimal-10cm	0.0124	127	402
	Macadam penetrat-10cm			
	Mix asfaltic-5cm	0.0178	198	645
4	Balast-10cm	0.0459	874	284
	Piatră spartă-12cm	0.0291	162	549
	Macadam-8cm			
	Mix asfaltic-5cm	0.0735	220	741
5	Balast-10cm	0.0992	118	404
	Piatră spartă-12cm	0.0317	221	808
	Mix asfaltic-5cm	0.0960	215	102
6	Balast-10cm	0.0397	832	268
	Piatră spartă-12cm			
	Macadam penetrat-8cm	0.0288	155	517
	Mix asfaltic-5cm	0.0380	113	448
7	Balast-10cm	0.0137	148	514
	Piatră spartă-12cm	0.0360	282	106
	Mix asfaltic-5cm	0.0645	171	126
8	Balast-10cm	0.0487	707	236
	Blocaj de piatră brută-21cm	0.0287	123	435
	Piatră spartă-6cm			
	Macadam-8cm	0.0351	277	105
9	Balast-10cm	0.0570	847	282
	Blocaj de piatră brută-21cm	0.0423	154	539
	Piatră spartă-6cm			
	Mix asfaltic-5cm	0.0333	333	137
10	Balast-15cm	0.0507	854	280
	Agregate naturale-12cm	0.0263	206	686
	Mix asfaltic-5cm	0.0183	789	380
11	Balast-10cm	0.0634	104	343
	Agregate puzolanici-12cm	0.0256	202	692
	Mix asfaltic-5cm	0.0179	784	381
12	Balast-10cm	0.0266	766	241
	Ag puzolanici-12cm			
	Piatră spartă cu bitum-9cm	0.0484	143	466
	Mix asftaltic-5cm	0.0144	732	385
13	Balast-10cm	0.0238	636	201
	Agregate puzolanici-12cm	0.0148	116	380
	Mix asfaltic-5cm	0.0640	613	396

Pornind cu aceste soluții, se vor detalia pentru fiecare cheltuielile de realizare ale sistemului rutier propus, utilizând softul DOCLIB [4].

Pentru o realizare cât mai corectă a calculului estimativ pentru întocmirea devizelor, s-au urmărit cu atenție ordinea tehnologică de executare a sistemului rutier, încadrarea exactă a proceselor tehnologice în articole de deviz. Pentru fiecare articol de deviz s-au determinat cantitățile de lucrări aferente, care să sublinieze efortul financiar de execuție a întregii lucrări. Prețurile aferente pentru resurse din cadrul articolelor de deviz au fost obținute prin intermediul furnizorilor de materii prime, materiale, echipamente de execuție și de transport, în corelație cu prețurile reale din execuție.

Tabelul 3.Centralizator tehnico-economic.

SOLUȚIA	DEFORMAȚIE (m.o.s)	RDO	CHELTUIELI (mii LEI)/km
1	0.138	0.94	1197.51221
2	0.143	0.81	1643.02115
3	0.127	0.68	1668.98725
4	0.162	0.79	1808.08383
5	0.118	0.51	1329.67043
6	0.113	0.43	2099.46184
7	0.148	0.94	2074.56497
8	0.123	0.6	1044.73232
9	0.154	0.84	1467.14438
10	0.206	0.89	1681.73264
11	0.104	0.31	1295.46783
12	0.143	0.81	1228.69266
13	0.116	0.47	1644.51526

În figura 2 sunt relevate cheltuielile de execuție a celor 13 soluții pentru sistemul rutier propus spre analiză.

Practic, proiectantul și beneficiarul au o bază de analiză directă pentru realizarea părții carosabile pentru un kilometru de drum, cu acostamente, cu dispozitive de colectare și evacuare a apelor precum și reprezentarea valorii cheltuielilor medii (analiza statistică a dus și la calculul abaterii din eșantionul de 13 soluții posibile de realizat).

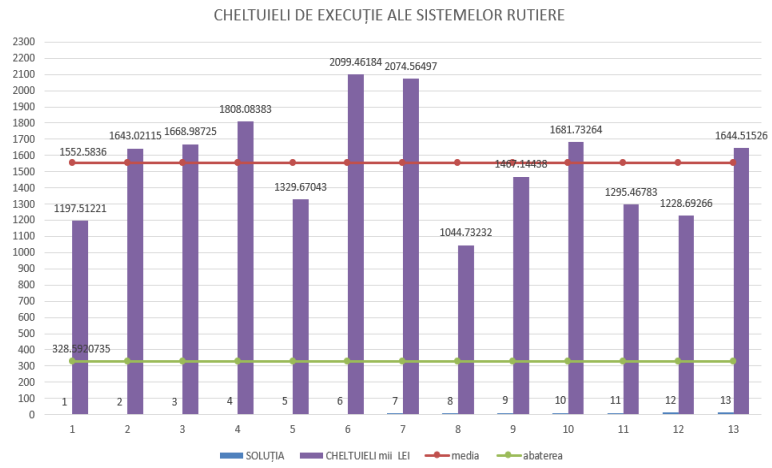


Figura 2. Grafic cu analiza tehnico-economică.

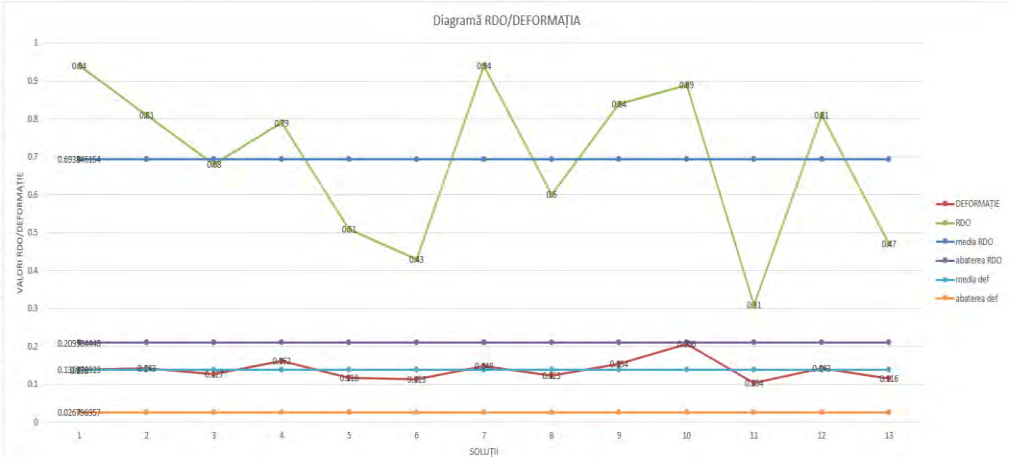


Figura 3. Grafic RDO și deformația sistemului rutier.

În figura 3, sunt centralizate informații privind raportul dintre deformația sistemelor rutiere sub acțiunea traficului de 4500 de autovehicule etalon raportat la rata de degradare prin oboseală (RDO). Totodată, se evidențiază valorile pentru abaterile și mediile aferente celor două rapoarte deformație/RDO.

Prin aceste două grafice din Figura 2 și Figura 3, se aduce în prim plan, modul de alegere corect al sistemului rutier, astfel încât să se asigure o investiție optimă, cât și o durată de exploatare cât mai lungă, cu prezentarea siguranței circulației rutiere.

Conform STAS 1709/1-90[11], standard pentru verificarea structurii rutiere nou propusă la îngheț-dezgheț, se urmărește realizarea analizei asupra comportării structurilor rutiere la îngheț-dezgheț.

În România, adâncimea de îngheț este de 90cm, acest fapt determină alegerea unui sistem rutier care să corespundă și să se încadreze conform valorilor admisibile conform standard STAS 1709/2-90[12].

Formulele utilizate pentru calculul gradului de asigurare la pătrunderea înghețului în fiecare dintre cele 13 soluții pentru sistemele rutiere propuse spre analiză sunt următoarele[11]:

$$H_e = \sum h_i \cdot C_d$$

În care,

H_e – grosimea echivalentă a structurii rutiere;

C_d – coeficienți de echivalare a capacității de transmitere a căldurii specifice;

H_i – grosimea stratului rutier luat în calcul.

$$Z_{cr} = Z + \Delta Z$$
$$\Delta Z = H_{sr} - H_e$$

În care,

Z – adâncime de îngheț a pământului de fundație;

Z_{cr} – adâncime de îngheț în complexul rutier;

ΔZ – spor al adâncimii de îngheț;

H_{sr} – grosimea structurii rutiere;

H_e – grosimea echivalentă a structurii rutiere

$$K_{ef} = \frac{H_e}{Z_{cr}}$$
$$K_{ef} > K_{adm}$$

În care,K_{adm} – conform STAS 1709/2-90 [12].

În tabelul 4 se vor prezenta valorile obținute la comportarea asupra pătrunderii înghețului în structura rutieră.

Tabelul 4.Gradul de asigurare la pătrunderea înghețului în structura rutieră.

SOLUȚIA	Kef	Kadm
1	0.21	0.50
2	0.21	
3	0.22	
4	0.23	
5	0.17	
6	0.23	
7	0.17	
8	0.16	
9	0.16	
10	0.07	
11	0.08	
12	0.09	
13	0.08	

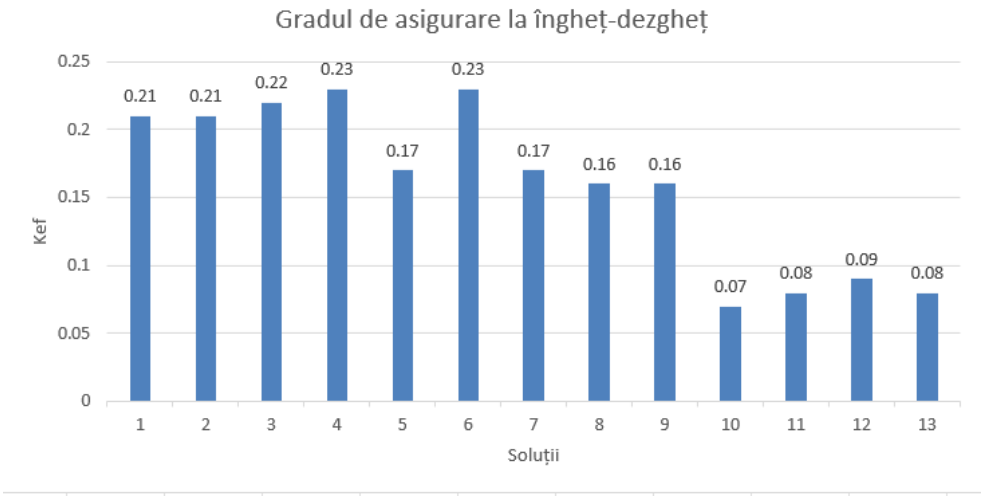


Figura 4. Grafic cu asigurarea la îngheț-dezgheț pentru cele 13 sisteme rutiere propuse.

Urmărind algoritmul de calcul, am constat că structurile propuse îndeplinesc condiția de verificare la îngheț, într-un cât coeficienții efectivi sunt mai mici decât coeficienții admisibili.

4. Studiu de caz – Analiza tehnico-economică a cheltuielilor de întreținere și reparații pentru sistemelor rutiere, o modalitate de a optimiza comportarea în exploatare a drumurilor

Dar, pe lângă cheltuielile de execuție a sistemelor rutiere, intervin și cheltuielile de întreținere și reparații. Această etapă, presupune realizarea unor dezafectări temporare a structurii rutiere, pentru a se executa procedurile de întreținere corespunzătoare în funcție de fiecare sistem rutier. Datorită cunoștințelor legate de modul de comportare a fiecărei soluții, implicit a fiecărui strat rutier, se vor realiza reparații parțiale sau capitale.

Întreținerea sistemului rutier este o activitate importantă care vizează menținerea și îmbunătățirea infrastructurii destinate circulației rutiere.

Această activitate implică realizarea de lucrări de reparații, întreținere preventivă și modernizarea drumurilor, pentru a asigura siguranța și confortul participanților la trafic.

Aceasta poate include diverse activități, cum ar fi repararea fisurilor din asfalt, refacerea marcajelor rutiere și activități de curățare a șanțurilor.

Scopul principal al lucrărilor de întreținere este de a prelungi durata de viață a infrastructurii rutiere și de reducere a numărului de accidente sau întârzieri de trafic.

Principalele tipuri de lucrări de întreținere care se realizează pentru sistemele rutiere sunt următoarele:

- Repararea fisurilor și refacerea sistemului rutier;
- Refacerea marcajelor rutiere;
- Curățirea și desfundarea șanțurilor;
- Lucrări de reparare și consolidare a structurii drumului;
- Lucrări de reabilitare și modernizare a structurii rutiere.

Întreținerea platformei drumului cuprinde: curățarea platformei drumului de noroiul adus de vehicule de pe drumurile laterale, de materiale aduse de viituri (potmol, stânci, anrocamente, arbori etc.), tratarea burdușirilor, a unor tasări locale, aducerea la profil a acostamentelor prin taiere manuală sau mecanizată, tăierea dâmburilor, completarea cu pământ, cu balast etc., nivelarea la cotă, curățare a acostamentelor în dreptul parapetelor direcționale; tăieri de cavaliere și corectarea taluzurilor de debleu sau de rambleu; întreținerea benzilor de încadrare

prin eliminarea unor denivelări locale, eliminarea gropilor sau a adâncițurilor prin acoperirea cu materiale din categoria celor din care acestea au fost executate inițial. [3]

Au fost realizate astfel devize noi, în care au fost incluse articolele de lucrări (încadrate corespunzător în funcție de fiecare proces de întreținere aplicat) cât și cantitățile de lucrări specifice. Aceste cheltuieli pentru realizarea lucrărilor de întreținere, au fost estimate și apoi transformate în articole de deviz pentru a rezulta devizele calculate în softul de specialitate DOCLIB [4]. Astfel, pe lângă cheltuielile de execuție inițiale care fac parte din cheltuielile de investiție inițiale, se vor adăuga și cheltuielile de întreținere și reparații, care fac parte determinantă din exploatarea și utilizarea sistemelor rutiere.

În tabelul 5, se prezintă pentru fiecare soluție a cheltuielile de întreținere exprimate în mii lei/km, astfel încât să se evidențieze efortul financiar pe care trebuie să îl suporte beneficiarul pentru realizarea lucrărilor de întreținere sau de reparații, care se vor realiza în conformitate cu nevoia identificată de viabilizare a sistemului rutier și implicit a straturilor rutiere.

La începutul fiecărei etape de întreținere se realizează un studiu preliminar care va scoate în evidență tehnologia și soluția adoptată pentru realizarea lucrărilor.

Tabelul 5.Centralizator tehnico-economic și cheltuielile de întreținere.

SOLUȚIA	**DEFORMAȚIE (m.o.s)**	**RDO**	**CHELTUIELI (mii LEI)/km**	**CHELTUIELI DE ÎNTREȚINERE (mii Lei)/km**
1	0.138	0.94	1197.51221	49.7913
2	0.143	0.81	1643.02115	49.7913
3	0.127	0.68	1668.98725	49.7913
4	0.162	0.79	1808.08383	80.41356
5	0.118	0.51	1329.67043	98.6545
6	0.113	0.43	2099.46184	49.7913
7	0.148	0.94	2074.56497	80.41356
8	0.123	0.6	1044.73232	98.6545
9	0.154	0.84	1467.14438	49.7913
10	0.206	0.89	1681.73264	80.41356
11	0.104	0.31	1295.46783	49.7913
12	0.143	0.81	1228.69266	80.41356
13	0.116	0.47	1644.51526	49.7913

În figura 5, se remarcă faptul că pe lângă cheltuielile de execuție a sistemului rutier pentru fiecare soluție propusă apar și cheltuielile de întreținere pentru fiecare soluție propusă spre analiză. Aceste valori estimate pentru analiza tehnico-economică sunt exprimate în mii lei/km.

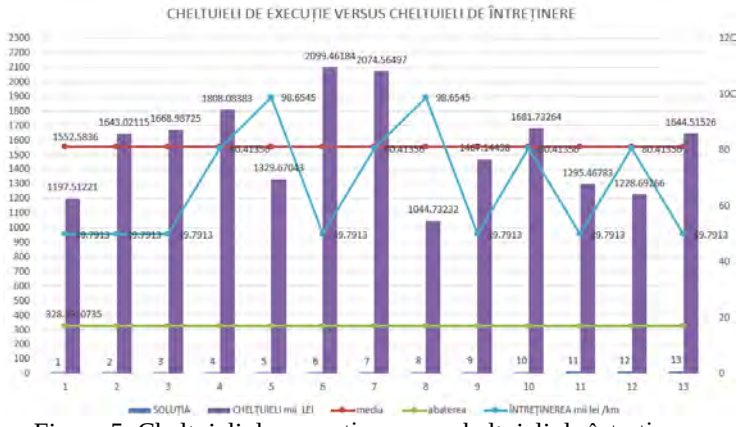


Figura 5. Cheltuieli de execuție versus cheltuieli de întreținere.

Astfel, pentru a fundamenta decizia corectă, se realizează graficul care cumulează datele atât privind investiția inițială cât și cheltuieli pentru fiecare soluție, cu sublinierea valorii medii ale cheltuielilor de execuție. Cu toate acestea, pentru alegerea optimă a soluției finale pentru sistemul rutier, trebuie să se țină cont de deformația în timp a straturilor rutiere, creșterea prețurilor materialelor și echipamentelor de execuție, dar și amortizarea în timp a investiției realizate.

Fiecare investiție realizată în dezvoltarea infrastructurii rutiere, reprezintă un pas important al dezvoltării întregului sistem de transport, creșterea siguranței rutiere și implicit scăderea sau reducerea numărului de accidente cauzate în trafic, care pot conduce la pierderea de vieți omenești și scăderea populației.

Analiza costurilor de execuție și întreținere pentru sistemele rutiere este esențială pentru identificarea soluției optime. În figura 5, se prezintă sub formă grafică o comparație utilă a cheltuielilor între diferite soluții rutiere. Astfel, pentru a lua o decizie pe termen lung, se iau în considerare costul de execuție și cel de întreținere. Soluțiile care pot avea costuri inițiale mai mari de execuție pot fi mai avantajoase pe termen lung dacă costurile de întreținere sunt mai mici. Proiectantul, verificatorul tehnic și beneficiarul, vor ține cont și de alți factori pentru alegerea soluției finale, cum ar fi: durabilitatea, rezistența la uzură și impactul asupra mediului.

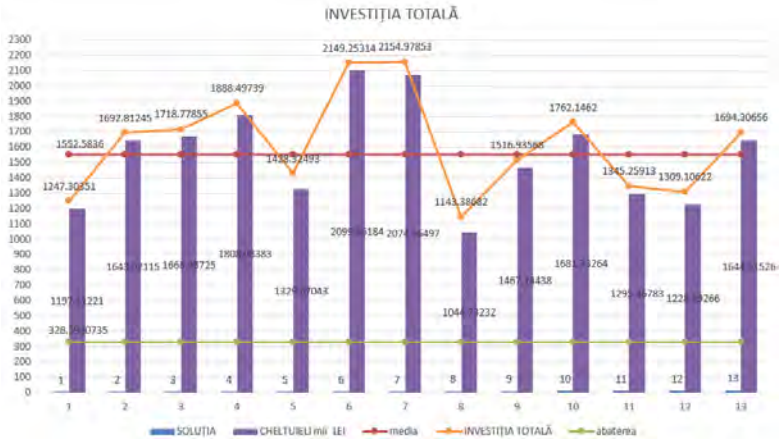


Figura 6. Grafic pentru cheltuielile de investiție.

5. Concluzii

Analiza diferitelor soluții posibile de realizare ale unui sistem rutier pentru un drum de clasă tehnică IV cu trafic greu a relevat o serie de aspecte tehnice și economice importante. Din perspectivă tehnică, identificăm necesitatea de a prioritiza întreținerea și modernizarea infrastructurii existente pentru a asigura siguranța și eficiența circulației. Cheltuielile inițiale cu un sistem rutier adecvat pe termen lung (se cunoaște faptul că un drum reabilitate atrage trafic) pot reduce costurile de întreținere pe termen lung și pot contribui la prevenirea unor degradări importante care duc la lucrări de reabilitare costisitoare.

Acest studiu a cuprins analiza soluțiilor posibile în conformitate cu normativul de calcul în vigoare, în care s-au evaluat deformațiile rezultate din calcul utilizând traficul maxim, dar și soluțiile pentru întreținerea fiecărui sistem rutier în parte.

Prin realizarea evaluării tehnice și economice pornind de la soluțiile sistemului rutier, analiză tehnologică și analiză economică, până la cheltuielile de întreținere și reparații se pune în evidență faptul că alegerea celei mai ieftine soluții care să se încadreze eventual într-un standard de cost este o abordare fragilă pentru autoritățile publice mai ales în situația în care sursa de finanțare provine din bugetul de stat prin diferite programe sau din fonduri europene întrucât

bugetul acestora ar fi grevat ulterior de cheltuieli de întreținere mari pe care nu și le-ar permite sau ar fi afectate alte domenii sau servicii publice.

Astfel, această abordare poate fi utilizată pentru dezvoltarea unei strategii eficiente în alegerea soluției combinate execuție și întreținere pentru prelungirea duratei de viață a infrastructurii rutiere, dar și asigurarea siguranței și confortul participanților la trafic.

Datele analizate au relevat că soluțiile tehnice, precum tehnologiile moderne și sistemele avansate de monitorizare a deformațiilor pot contribui semnificativ la reducerea cheltuielilor de investiți.

Alegerile inițiale în ceea ce privesc soluțiile de investiție sunt deosebit de importante, plecând de la analizarea raportului între cheltuielile inițiale și cele de întreținere și reparații pe termen lung.

În contextul finanțării din Sursele Europene, un posibil investitor orientat spre optimizare, va prefera soluții pentru sistemul rutier care vor avea implicații inițiale mai mari din Fonduri Europene, pentru a putea beneficia ulterior de costuri de întreținere reduse din bugetul propriu.

Prin abordarea acestei strategii se va asigura nu doar durabilitatea financiară pe termen lung, ci și eficiența în utilizarea resurselor durabile.

Alegerea unei strategii de finanțare care are ca scop să prioritizeze investițiile inițiale mai mari din Fondurile Europene pentru soluții cu costuri reduse în ceea ce privesc lucrările de întreținere și reparare pe termen lung, reflectă nu numai o abordare strategică ce are ca scop orientarea spre utilizarea resurselor disponibile, dar și aducerea în timp a unor beneficii substanțiale.

Această abordare asigură predictibilitatea în planificarea bugetară și utilizarea eficientă a resurselor Europene, cât și respectarea obiectivelor de mediu și sustenabilitate.

Prin urmare, acest mod strategic este un bun exemplu de bune practici și transparență în gestionarea Fondurilor Europene și luarea deciziilor strategice în cadrul organizațiilor.

BIBLIOGRAFIE

1.PD 177-2001 – Normativ pentru dimensionarea sistemelor rutiere suple și semirigide (Metoda analitică);
2.ORDIN 1295 stabilirea clasei tehnice.pdf (cnadnr.ro);
3.https://www.scribd.com/document/140482941/Curs-Intretinerea-Drumurilor;
4.Program de devize – DOCLIB 38 - https://www.infserv.ro/DocLib.html;
5.CALDEROM 2000 - https://extended-calderom-2000.updatestar.com/;
6.Țenea D.D, Curs de ”Căi de comunicație”, Note de curs în format electronic;
7.Ordonanță 43/1997 – Proiectarea și execuția lucrărilor de drumuri;
8.Normele tehnice privind proiectarea, construirea și modernizarea drumurilor din 30.08.2017, Editura Maxirom;
9.COQUAND, R. Drumuri. Vol. I și II. Traducere din limba franceză. București, Editura Tehnică, 1968;
10.http://www.cnadnr.ro/ro/comunicare/comunicate-de-presa/interes-general/stadiul-anumitor-proiecte-de-infrastructur%C4%83-rutier%C4%83;
11.STAS 1709/1-90 – Verificarea la înghеț-dezgheț a structurilor rutiere nou propuse;
12.STAS 1709/2-90 – Gradul de asigurare la înghеț-dezgheț al structurilor rutiere nou propuse.

ANALIZA MODELĂRII HIDRAULICE PENTRU O REȚEA DE ALIMENTARE CU APĂ

Autor
Ines S. GEAFAR[1],
[1]*Facultatea de Construcții, Universitatea Ovidius din Constanța, elines71@yahoo.com*

Îndrumător
Prof. univ. dr. habil. ing. Ichinur OMER
Facultatea de Construcții, Universitatea Ovidius din Constanța, ichinur.omer@365.univ-ovidius.ro

REZUMAT: *Apa este vitală pentru orice ființă vie din lume. Cererea de apă crește odată cu dezvoltarea unei zone, deoarece aceasta servește mai multor scopuri, cum ar fi alimentarea cu apă a populației și a zonei industriale, asigurarea apei pentru irigații. În ceea ce privește alimentarea cu apă, este necesară proiectarea adecvată a unei rețele de distribuție a apei care să corespundă din punct de vedere cantitativ, calitativ și care să asigure presiunea minimă disponibilă în rețea. O problemă deosebită se întâlnește în cazul zonelor rurale care sunt în curs de dezvoltare. Această lucrare are ca obiectiv analiza dezvoltării rețelei de alimentare cu apă care să corespundă noilor cerințe ale populației din localitatea Tuzla din județul Constanța, utilizând software-ul EPANET. Prin această analiză se urmărește înțelegerea modului în care proiectarea optimă a unei rețele de distribuție conduce la distribuirea eficientă a apei către utilizatori, eliminând astfel problema presiunii din rețea, pierderile de sarcină din rețea și asigurarea unei exploatări corespunzătoare normelor și cerințelor actuale.*

Cuvinte cheie: Modelare hidraulică, rețea de alimentare cu apă, optimizare, calitate, dezvoltare, EPANET.

1. Importanța rețelei de alimentare cu apă

Apa reprezintă o sursă indispensabilă pentru activitatea umană și în general pentru dezvoltarea existenței lumii vii. Ea joacă un rol important, plecând de la circuitul apei în natură, până la generarea de energie electrică, creșterea culturilor, activități social-economice și comunicație.

Un sistem de alimentare cu apă furnizează apă din diverse surse către consumatori. Acesta oferă servicii vitale pentru funcționarea unei comunități/societăți, pentru dezvoltarea industrială, combaterea stingerii incendiului.

Sistemele de alimentare cu apă sunt strâns legate de bunăstarea economică, securitatea și dezvoltarea socială.

Este important ca apa furnizată către diverse activități și beneficiari să aibă o calitate cât mai bună, astfel încât să ajute la dezvoltarea economică și în principal la dezvoltarea umană prin creșterea calității apei.

Furnizarea și alimentarea cu apă trebuie să corespundă criteriilor de bază pentru ca aceasta să fie distribuită către utilizare.

O alimentare necorespunzătoare din punct de vedere calitativ sau cantitativ poate produce apariția și dezvoltarea diverselor bacterii periculoase, scăderea igienei (ceea ce duce la răspândirea diverselor boli grave) și diminuarea implicit a populației sau economiei naționale.

De aceea, trebuie să se depună eforturi pentru îmbunătățirea calității apei furnizate, astfel încât să se evite aceste aspecte negative.

2. Descrierea și contextul istoric al amplasamentului

Comuna Tuzla, amplasată în partea de Sud-Estul României, în regiunea Dobrogea. Delimitarea teritorială este prezentată conform pozelor geografice:

- N – Orașul Eforie-Sud
- E – Marea Neagră
- S – Comuna Costinești
- V – Comuna Topraisar

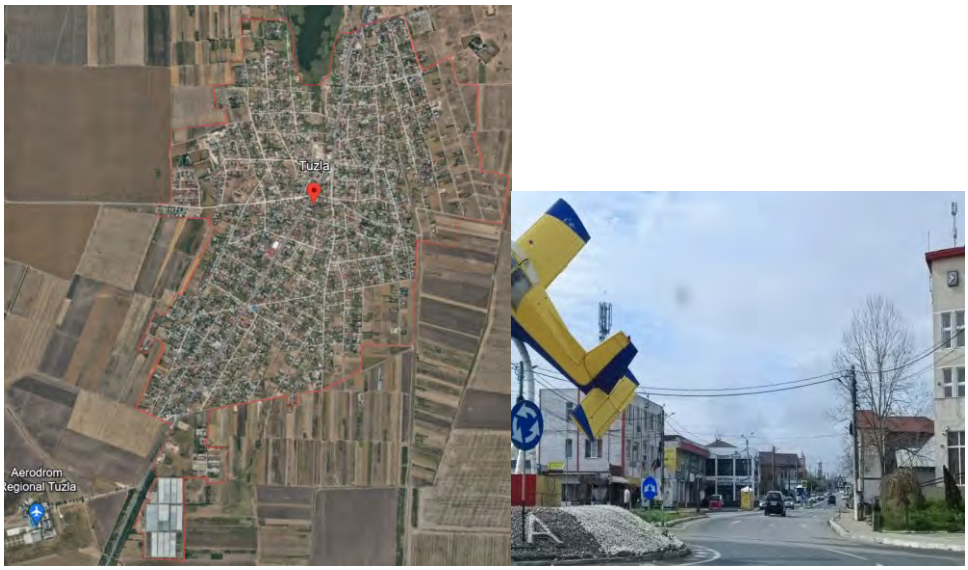


Figura 1. Amplasarea Comunei Tuzla

Comuna Tuzla, face parte din Podișul Dobrogei de Sud. Este situat în partea de nord-est a Podișului Cobadin – Negru-Vodă. Ca urmare, întreaga evoluție a acestui teritoriu este strâns legată de evoluția podișului cu care se învecinează.

Din punct de vedere litologic, sunt întâlnite următoarele tipuri de soluri:

- cernoziomuri cu fertilitate naturală fiind propice pentru culturile de cereale;
- diverse depozite de calcar, argile, marne sermatice acoperite de loess cu grosime variabilă;
- calcar sarmatic în partea de sud a localității, fiind întreruptă de salba de lacuri litorale.

Clima regiunii Sud-Est a României se încadrează în caracteristicile generale ale climatului temperat continental cu tendințe spre o climă aridă.

Încadrarea comunei în zona estică a Dobrogei de Sud determină ca variațiile de temperatură să fie relativ mari și cu un volum destul de redus al precipitațiilor, din acest considerent se prezintă un climat de stepă uscată, cu temperaturi medii anuale de +11.3°C, cu temperatura maximă de + 35.6°C, cu temperatura minimă de -8°C și cu o medie anuală a precipitațiilor de 347.8 ml/m^2.

Datorită poziționării, comuna Tuzla prezintă peste 200 zile fără îngheț și aproximativ 45 de zile tropicale și aride.

În ceea ce privește contextul istoric al amplasamentului, s-au descoperit diverse fragmente care au făcut parte din fosta cetate Stratonis, care datează din perioada elenistică și a fost construită în jurul secolului al III-lea î.Hr. Această cetate, care a reprezentat una dintre coloniile grecilor antici, reprezintă una dintre cele mai controversate situri arheologice dobrogene.

Urmând drumul anevoios către mare, se poate zări priveliștea pe care aceasta o oferă. Apa mării este de un turquoise strălucitor. Mergând pe coastă, se mai pot zării în structura malului pământului, zidurile rămase din fosta cetate. [1]

Atunci când s-au realizat lucrări în apropierea movilei de pământ, au fost descoperite fragmente mari de rocă, care ar putea forma un presupus zid de incintă. Au fost descoperite și câteva bucăți de ceramică, vase de lut sau fragmente de sticlă care indică posibila așezare a locuitorilor cetății.



Figura 2. Ruine descoperite[1]

Au fost identificate și câteva roci arse care indică o posibilă distrugere a acestei așezări. Totuși, aceste meleaguri au rămas pradă vânătorilor de comori, care încearcă să valorifice orice bun descoperit. Unii localnici afirmă că cetatea a fost înghițită de către apele Mării Negre, din această cauză pe plajă se pot descoperii fragmente de pietre, șlefuite de apele mării. Este trist faptul că, cetatea Stratonis a rămas încă nedescoperită și cercetată, din cauza lipsei de fonduri.



Figura 3. Harta așezării antici Stratonis [2]

3. Evoluția și proiectarea rețelei de alimentare cu apă

În localitatea Tuzla, localnicii nu aveau o rețeaua de alimentare cu apă foarte dezvoltată, astfel aceștia își colectau apa din sursele naturale, cum ar fi din: izvoare, apele meteorice, din precipitații sau din fântâni realizate în curțile proprii.

Ulterior, odată cu modernizarea localității, a fost creată prima rețea de alimentare cu apă potabilă. A fost proiectat un castel de apă care să asigure necesarul de apă de consum pentru locuitori. Acest consum avea în vedere o populație de aproximativ de 3534 de locuitori, care foloseau apa pentru nevoile gospodărești, agricultură și creșterea animalelor.

Prima rețea de alimentare cu apă în localitate a fost realizata din conducte metalice. Apa transportată prin aceste conducte avea o culoare brună și un gust ușor metalic. Pe parcursul folosirii sistemului, se constatau diferite pierderi de apă și de presiune în rețea.

Cu timpul această localitate s-a dezvoltat și în prezent sunt 6494 de locuitori. Rețeaua de apă a fost modernizată doar pe tronsoanele principale, iar în apropierea castelului de apă au fost realizate puțuri forate care să asigure cantitatea suplimentară de apă necesară.

Astfel, se vor realiza noi lucrări de modernizare a sistemului de alimentare cu apă potabilă pentru întreaga rețea, care să asigure calitatea pentru consum, dar și pentru o mai bună exploatare, eliminând astfel următoarele probleme: pierderile de sarcină din rețea, asigurarea debitului de consum și de presiune în sistem.



Figura 4. Vechea conductă din rețeaua de alimentare cu apă

Planificarea și implementarea unei rețele de alimentare presupune ca apa potabilă să fie furnizată într-un mod eficient și să asigure necesarul de apă către toți consumatorii.

Pentru proiectarea eficientă a rețelelor de alimentare cu apă este crucial să se analizeze cerința de apă, selectarea sursei de apă, calculul capacității și presiunii din sistem, proiectarea tronsoanelor de conducte, alegerea materialului pentru țevi și realizarea unei execuții corecte.

În România, pentru realizarea unei rețele de alimentare cu apă și nu numai, se aplică legi, normative și standarde care clarifică aspecte importante care trebuie respectate în vederea proiectării și execuției unui nou sistem de alimentare cu apă.

Cel mai important și aplicabil document de referință pentru realizarea rețelei de alimentare cu apă este:

- NP 133-2022 – Volum I - Normativ privind proiectarea, execuția și exploatarea sistemelor de alimentare cu apă și canalizare a localităților.

Obiectele componente ale unui sistem de alimentare cu apă sunt prezentate schematic în figura de mai jos:

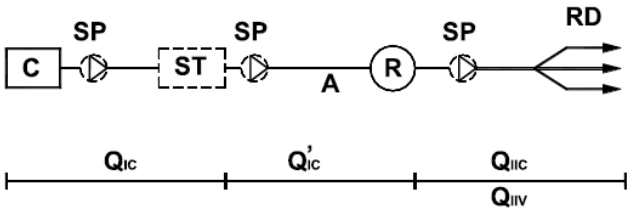


Figura 5. Schema generală a sistemului de alimentare cu apă [3]

Acest model de sistem de alimentare cu apă se poate particulariza în funcție de necesități, de stadiul lucrărilor privind rețeaua de alimentare cu apă a localității și de obiectivele de exploatare prevăzute în planul de dezvoltare al regiunii.

Pentru realizarea unei rețele de alimentare cu apă, este esențial să se aplice în mod corespunzător studiile prevăzute în prevederile din NP 133-2022. Aceste studii sunt importante, deoarece prin intermediul acestora se poate realiza proiectarea și execuția

corespunzătoare a rețelei, analiza tehnico-economică, eficiența și durabilitatea sistemului de distribuție a apei.

Pentru realizarea proiectării unui sistemului de alimentare cu apă, este necesar să se utilizeze un program special, care să ajute la dimensionarea și eventual optimizarea acestuia.

Programele de calcul specializate pentru dimensionarea rețelei, au principalul rol de a facilita proiectantul de a realiza un proiect cât mai rapid, economic, optim și reducerea erorilor de operare a datelor, astfel încât să se reducă tipul de execuție a rețelei.

Un astfel de program ar fi EPANET, care ajută la realizarea unei simulări a rețelei de distribuție.

EPANET (Environmental Protection Agency Network Evolution Tool), este un program realizat de United States Environmental Protection Agency (EPA), acesta fiind dezvoltat de către Devizia de aprovizionare cu apă și resurse de apă a Agenției pentru Protecția Mediului din Statele Unite [4]. Este un soft gratuit, versatil și optim pentru realizarea simulării unei rețele de alimentare cu apă.

În vederea realizării studiului de caz, se va utiliza acest soft EPANET.

4. Studiu de caz-Analiza modelării hidraulice pentru rețeaua de alimentare cu apă

Programul EPANET, utilizat pentru proiectarea sistemului de alimentare cu apă propus în această lucrare, efectuează simulări pe o perioadă extinsă în vederea analizei comportării hidraulice și al calității apei în cadrul rețelelor de conducte sub presiune.

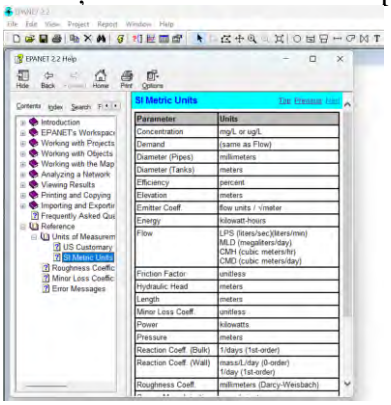


Figura 6. Interfața grafică din cadrul programului EPANET

Acesta ajută la îmbunătățirea înțelegerii modului în care se realizează modelarea hidraulică, transportul apei, evaluarea performanței sistemului, generarea de rapoarte automate pe baza datelor obținute.

În acest program, calculul pierderilor de sarcină de-a lungul conductelor se poate realiza prin aplicarea a trei formule, și anume:

- Formula Hazen-Williams;
- Formula Darcy-Weisbach;
- Formula Chezy-Manning.

Pentru a introduce topografia terenului în acest program, sunt acceptate formate cu extinderea de ”.inp”.

Realizarea rețelei hidraulice se face sub ”Metoda Gradientului”, care reprezintă o variantă simplificată a metodei Newton-Raphson.

Simularea calității apei presupune să se determine și să se prezică conținutul de clor reziduu care a rămas în rețeaua de distribuție a apei. Totodată, poate realiza modelarea vârstei apei și a fluxului de materiale nereactive / reactive din cadrul rețelei.

Se propune ca studiu de caz, realizarea modelării hidraulice pentru rețeaua de alimentare cu apă în localitatea Tuzla, Județul Constanța, România.

Se vor importa datele topografice ale comunei, iar ulterior se va trasa rețeaua de alimentare cu apă propusă a se proiecta.



Figura 7. Plan de situație pentru Comuna Tuzla

Pentru introducerea planului de situație în program, se va deschide pogramul EPANET, și din meniul principal, View-Backdrop-Load, se va încărca planul de situație.

Ulterior, se vor face setările de bază pentru noul proiect. Această etapă presupune alegerea metodei de calcul al pierderilor de sarcină în rețea (voi aplica formula Darcy-Weisbach), definirea castelului de apă (debitul, nivelul apei din castel și înălțimea castelului de apă), alegerea automată de detecție a lungimilor de tronsoane de rețea pe baza datelor topografice.

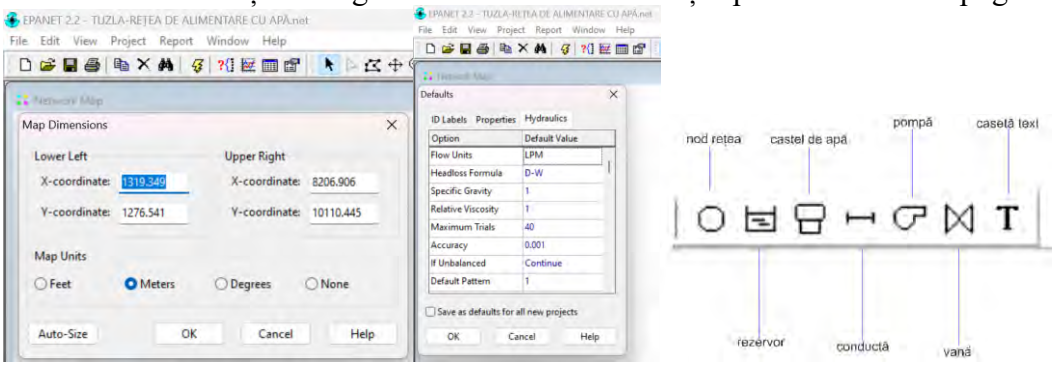


Figura 8. Principalele funcții și meniuri pentru definirea rețelei de apă

Această etapă a fost realizată apelând la meniul Project-Defaults- Properties+Hydraulics.

Începe astfel, procesul de modelare a rețelei, mai întâi plasând castelul de apă, apoi nodurile rețelei și restul componentelor.

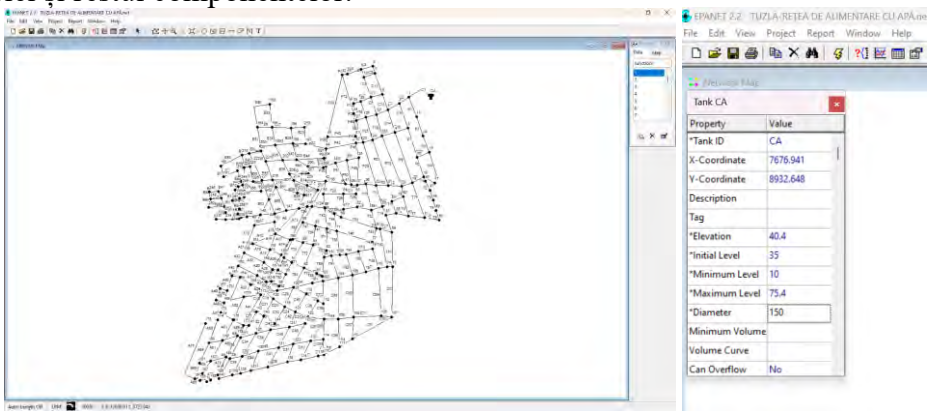


Figura 9. Realizarea rețelei de alimentare cu apă și definirea castelului de apă în EPANET

După ce a fost realizată schema rețelei de distribuție a apei în programul Epanet, se pot extrage rezultatele din program despre: cote, debit, presiune, cota piezometrică. Aceste valori pot fi extrase atât sub formă tabelară cât și grafică.



Figura 10. Funcțiile de extragere a rezultatelor din programul EPANET

Node ID	Elevation m	Base Demand LPM	Demand LPM	Head m	Pressure m
Junc 1	35.06	34.1	34.10	71.79	36.73
Junc 2	30.69	30.6	30.60	71.13	40.44
Junc 3	31.39	5.11	5.11	70.94	39.55
Junc 4	26.67	3.4	3.40	70.84	44.17
Junc 5	25.59	24.63	24.63	70.84	45.25
Junc 6	24.8	4.653	4.65	70.78	45.98
Junc 7	23.79	2.54	2.54	70.76	46.97

Figura 11. Extras de rezultate din Epanet sub formă tabelară

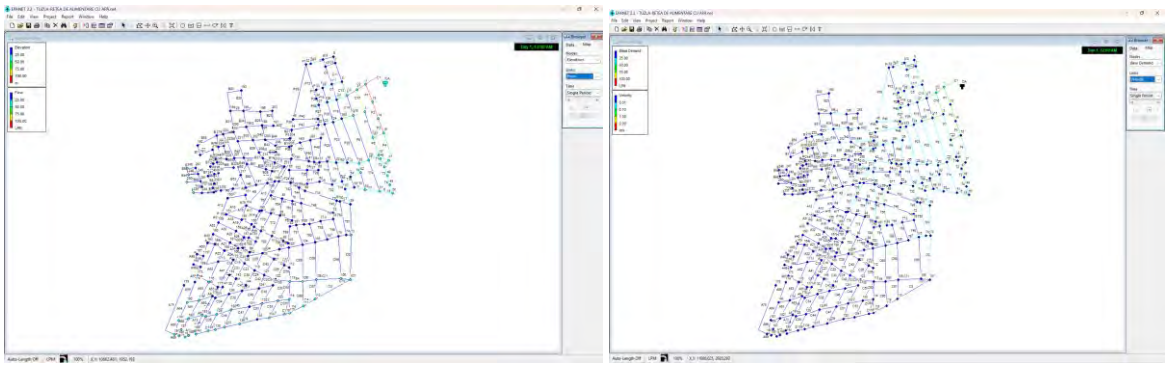


Figura 12. Reprezentarea rezultatelor prin utilizarea legendei de culori

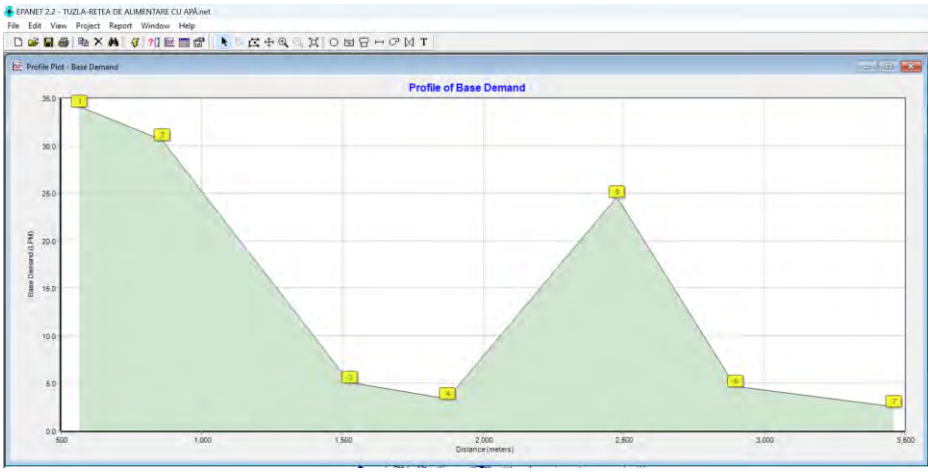
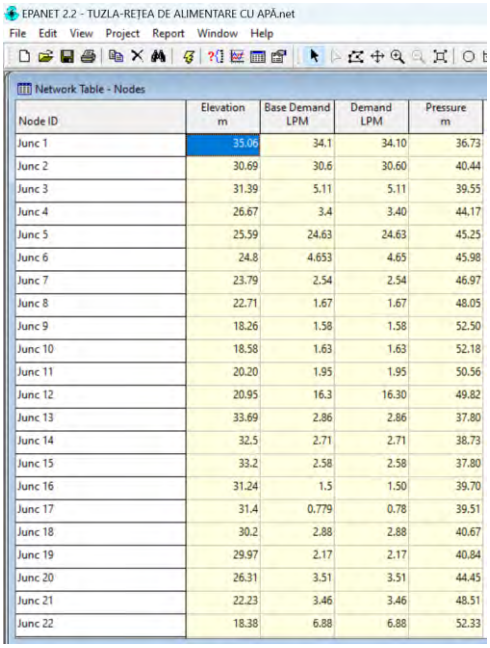


Figura 13. Reprezentarea grafică a variației de debit pe un tronson de rețea



Node ID	Elevation m	Base Demand LPM	Demand LPM	Pressure m
Junc 1	35.06	34.1	34.10	36.73
Junc 2	30.69	30.6	30.60	40.44
Junc 3	31.39	5.11	5.11	39.55
Junc 4	26.67	3.4	3.40	44.17
Junc 5	25.59	24.63	24.63	45.25
Junc 6	24.8	4.653	4.65	45.98
Junc 7	23.79	2.54	2.54	46.97
Junc 8	22.71	1.67	1.67	48.05
Junc 9	18.26	1.58	1.58	52.50
Junc 10	18.58	1.63	1.63	52.18
Junc 11	20.20	1.95	1.95	50.56
Junc 12	20.95	16.3	16.30	49.82
Junc 13	33.69	2.86	2.86	37.80
Junc 14	32.5	2.71	2.71	38.73
Junc 15	33.2	2.58	2.58	37.80
Junc 16	31.24	1.5	1.50	39.70
Junc 17	31.4	0.779	0.78	39.51
Junc 18	30.2	2.88	2.88	40.67
Junc 19	29.97	2.17	2.17	40.84
Junc 20	26.31	3.51	3.51	44.45
Junc 21	22.23	3.46	3.46	48.51
Junc 22	18.38	6.88	6.88	52.33

Figura 14. Reprezentarea tabelară a valorilor pentru cote, presiune și debit

5. Concluzii

Scopul principal al acestei lucrări este realizarea unei rețele de alimentare cu apă care să furnizeze consumatorilor apa necesară pentru consum într-un mod economic, în acest sens putând fi realizate optimizări ale sistemului.

S-a analizat rețeaua de alimentare cu apă în localitatea Tuzla, din județul Constanța, rețea care a fost proiectată pentru o creștere a populației prognozată pentru o perioadă de 25 de ani, analiza fiind realizată cu ajutorul softului EPANET, în care s-au introdus numărul de noduri, cote, tronsoane de conducte și cerințele de apă ale acestei localități.

Principalul obiectiv a fost realizarea modelării hidraulice a rețelei de alimentare cu apă care să ajute la calculul presiunii în sistem prin intermediul softului EPANET care a făcut acest proces mai rapid și mai profesional prin reducerea erorii care poate apărea din cauza lucrului manual.

Prin cunoașterea modului în care rețeaua de alimentare cu apă furnizează debitele de consum necesare către consumatori, se poate determina presiunea furnizată, se poate realiza o modelare a calității apei, astfel încât valorile obținute să fie cât mai optime și conforme cu noile cerințe.

La sfârșitul analizei realizate, s-a constatat faptul că sunt asigurate presiunile disponibile în toate nodurile rețelei, precum și debitele necesare tuturor utilizatorilor.

BIBLIOGRAFIE

1. https://www.dezvaluiri.ro/enigmatica-stratonis-cetatea-de-la-capul-tuzla/;
2. https://ro.m.wikipedia.org/wiki/Stratonis;
3. NP 133-2022: Normativ privind proiectarea, execuția și exploatarea sistemelor de alimentare cu apă și canalizare a localităților;
4. https://en.wikipedia.org/wiki/EPANET;
5. Florea M., Arsenie D. I., Mîrzali (Omer) I., Hidraulica construcţiilor (Sisteme sub presiune), Ed. MATRIX ROM, Bucureşti, 2004;
6. Omer I., *Mecanica fluidelor și hidraulică. Culegere de probleme*, Ed. Ovidius University Press, 2016;
7. Hâncu S., Marin G., *Hidraulica teoretică și aplicată*, Vol. I și II, Cartea Universitară, București, 2007;
8. Dimache Al., Manescu M., Rețele edilitare, Ed. Matrix Rom, Bucureşti, 2006;
9. Ionescu Gh. C., Ionescu G.L., Sisteme de alimentare cu apa, Ed. Matrix Rom, București, 2010.

IMPLEMENTAREA UNUI SISTEM DE IRIGAȚII CU FUNCȚIONARE AUTOMATĂ ÎNTR-O AMENAJARE ARHITECTURALĂ PEISAGISTICĂ DIN ORAȘUL CERNAVODĂ, JUD. CONSTANȚA

Autor

Alexandru Vlăduț E. ION[1]
[1]*Facultatea de Construcții, Universitatea Ovidius Constanța.,* ionalexandru262@gmail.com

Îndrumători
Șef Lucr.Dr.Ing. Mădălina STĂNESCU[2]
Conf. Dr.Ing. Constantin BUTA[3]
[2]*Facultatea de Construcții., Universitatea Ovidius Constanța,* stanescu.madalina@univ-ovidius.ro
[3]*Facultatea de Construcții., Universitatea Ovidius Constanța, ,*buta.constantin@univ-ovidius.ro

REZUMAT: *Lucrările de amenajare arhitecturală peisagistică în spațiile verzi publice au drept scop oferirea unui ambient funcțional și estetic.*

Ținând cont de faptul că orașul Cernavodă este situat într-o zonă a țării cu climă caldă, caracterizată prin precipitații reduse și valori mari ale evapotranspirației, se impun în amenajările peisagistice implementarea soluțiilor de udare a spațiilor verzi. Parcul „Via-Verde", situat într-o poziție privilegiată pe malul drept al Dunării, a fost realizat între anii 2018-2020, ocupând o suprafață de aproximativ 7,1 hectare. La amenajarea parcului s-a pus accentul pe sistematizarea terenului și amenajarea spațiilor verzi, nefiind implementat un sistem de irigații performant.

Această lucrare vizează implementarea unui sistem de irigații cu funcționare automată, pe o suprafața de spațiu verde de aproximativ 1,7 hectare, în scopul înlocuirii activităților manuale de udare, pentru menținerea vegetației și creării unui mediu mai plăcut, sănătos și ferit de poluare, ce contribuie la durabilitatea și aspectul parcului.

Cuvinte cheie: amenajare peisagistică, irigații, aspersiune, vegetație, parc public, precipitații.

1. Introducere

Parcul „Via-Verde" pentru care se propune amenajarea peisagistică din prezenta lucrare se află în orașul Cernavodă, județul Constanța, și este situat de o parte și de alta a străzii Canalului, între dealul Sofia și Canalul Dunăre-Marea Neagră (vezi Figura 1). Zona de studiu cuprinde o suprafață a spațiului verde de 17 773.87mp.

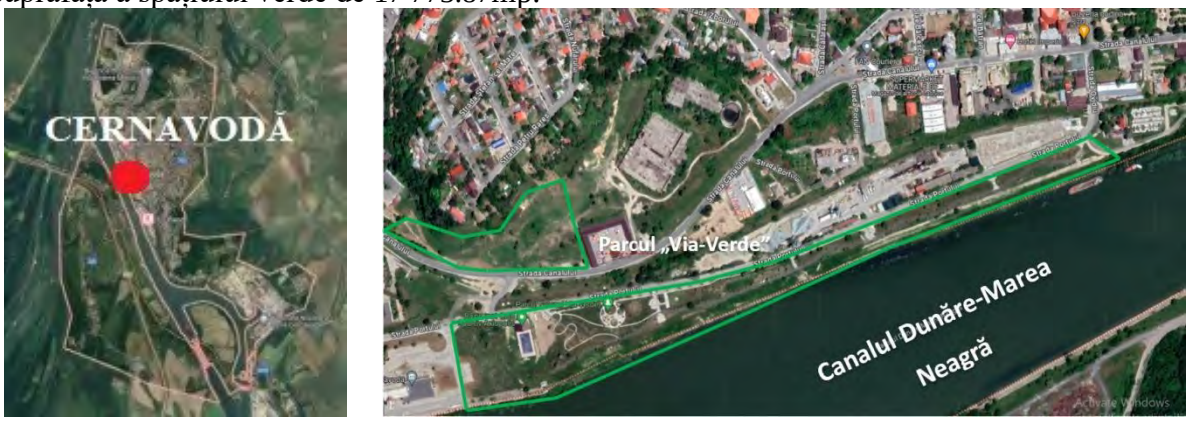


Figura 1. Plan de situație a parcului „Via-Verde"

Parcul „Via-Verde”, ce aparține administrativ de Primăria Cernavodă, a fost înființat între anii 2018-2020, și ocupă o suprafață de 7,1 ha dintre care 64.029 mp sunt alocați spațiilor verzi. Având în vedere faptul că acesta este situat într-o zona a țării cu clima caldă și cu precipitații reduse și pentru a se justifica investiția alocată realizării parcului, se recomandă implementarea unui sistem de irigații pentru udarea spațiilor verzi, instalație ce ajută foarte mult în exploatării acestuia.

Amenajările peisagistice au rolul de a aduce natura cât mai aproape de mediul urban în care trăim. Într-o astfel de amenajare sunt incluse o multitudine de elemente de peisagistică precum: spații verzi cu gazon, pavaje, grădini alpine, fântâni arteziene, copaci pe aliniamente și, totodată, pot fi echipate și cu instalații de irigare a zonelor verzi ce asigură o mai bună exploatare a spațiilor. Aceste tipuri de lucrări din zonele verzi contribuie la ridicarea calității vieții, a unui mediu de viață mai plăcut, sănătos și ferit de poluare.

Istoria arhitecturii peisagistice este în strânsă legătură cu istoria grădinăritului, dar nu sunt la fel de răspândite. Ambele arte au o preocupare comună legată de compoziția plantării, forma spațiului, apa utilizată pentru udat, pavaje și alte structuri, dar se diferențiază prin [1]:

- designul grădinilor se ocupă în mod special cu spații închise, private, cum ar fi: curți interioare, grădini,
- designul arhitectural se ocupă de spații publice (închise sau deschise) cum ar fi: scuaruri, parcuri rurale, spații verzi.

Romanii au preluat arhitectura peisajului și au dezvoltat-o la scară extensivă, însemnări marcante ale tehnicilor folosite regăsindu-se în scrierile lui Vitruviu [2].

Ca și în celelalte arte, în perioada Renascentistă, secolele al XVI-lea - al XVII-lea grădinăritul cunoaște o perioadă de dezvoltare spectaculoasă, cunoscute fiind spațiile pentru recreere ale castelului Villa d'Este din Tivoli. Superlativul grandorii în arta peisagistică renascentistă este creat de André le Nôtre prin lucrările sale în grădinile realizate pentru castelele Vaux-le-Vicomte și Versailles [1].

În secolul al XVIII-lea, Anglia a devenit punctul culminant în noul stil al arhitecturii peisagistice. Personalități precum William Kent și faimosul Lancelot ”Capability” Brown au remodelat marile parcuri din Anglia pentru a semăna cu versiunea curată și ordonată a naturii, multe dintre aceste parcuri existând chiar și în zilele noastre [1].

În zilele noastre arhitectura peisagistică continuă să se dezvolte ca disciplină estetică, influențată fiind de poziția importantă pe care a căpătat-o planificarea urbană începând cu secolul al XIX-lea. Aceste aspecte se regăsesc pentru prima dată în amenajările realizate de Frederick Law Olmsted pentru parcurile Central Park, din New York, Prospect Park din Brooklyn, și sistemul de parcuri numite Emerald Necklace, din Boston.



Figura 2. Găleată cu contragreutate creată de egipteni pentru irigare [5]

Sistemele de irigații sunt instalații de suprafață sau subterane utilizate pentru udarea controlată a terenurilor agricole, a curților și a grădinilor, cu scopul ușurării muncii și de asigurarea unei cantități suficiente de apă plantelor în perioadele secetoase, pentru a acoperi deficitul de umiditate din sol [3].

Cele mai vechi sisteme de irigare sunt datate în jurul anului 6000 î.Hr., în Egipt și Mesopotamia, unde erau construite diguri din piatră sau nuiele, dar și găleți cu contragreutate, ce formau pârghii și ofereau culturilor necesarul de apă în perioada secetoasă (vezi Figura 2) [4]. Odată cu dezvoltarea tehnologiei, sistemele de irigații au devenit mult mai eficiente, atât din punct de vedere al consumului de energie, cât și din prisma consumului de apă, al eliminării risipei și al penetrării solului la nivel optim pentru fiecare tip de cultură.

2. Metode generale de dimensionare și proiectare

Odată cu dezvoltarea agriculturii intensive și a necesității obținerii unei producții din ce în ce mai mari pe suprafețele cultivate a apărut, implicit, nevoia unui aport de apă, care să completeze cantitatea din precipitații, în anumite perioade ale anului. Irigația a fost soluția găsită de specialiști pentru a controla pragurile diferite de umiditate necesare fiecărei culturi în parte [3]. Aceste soluții de udare se pot folosi și în procesele de îngrijire a gazonului, a zonelor cu flori, a parcurilor și a spațiilor verzi publice.

Pentru amenajările peisagistice, sistemul de irigații cu funcționare automată este unul avantajos, fiind ușor de întreținut și de utilizat și oferă un aspect estetic și îngrijit parcului.

Irigarea, ca activitate, reunește un ansamblu de lucrări și operațiuni prin care este adusă și administrată artificial apa pe un teren cu vegetație [6], reunite într-o schemă de elemente componente (vezi Figura 3).

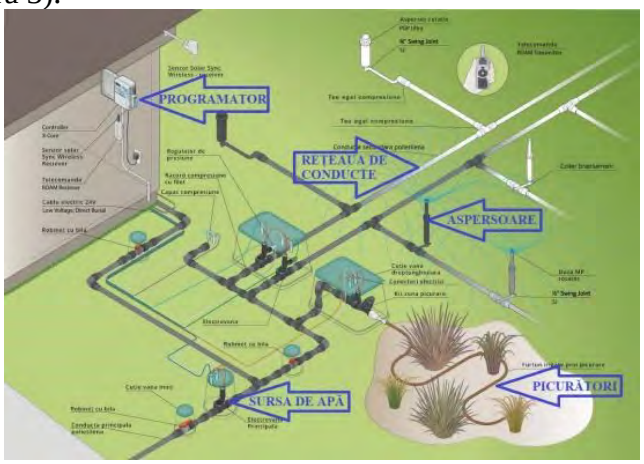


Figura 3. Schema generală a unui sistem de irigații cu funcționarea automată

La realizarea unui sistem de irigații cu funcționarea automată se parcurg o serie de etape de dimensionare, ce sunt prezentate în cele ce urmează [7].

Împărțirea în zone de irigat

Împărțirea suprafeței parcului în zone de irigat reprezintă primul pas în proiectarea unui sistem de aspersoare. În această fază, se identifică toate elementele prezente în teren (de exemplu: construcțiile, gardurile și aleile), luându-se în considerare caracteristicile plantelor din amenajare, înălțimea acestor și expunerea la soare a diferitelor zone.

Alegerea soluțiilor de irigat

În amenajările peisagistice se recomandă folosirea a două soluții de irigat. Pentru zonele amenajate cu gazon se folosește irigarea prin aspersiune, iar pentru zonele cu flori se pretează folosirea irigării prin picurare cu rampe perforate.

În funcție de dimensiunile zonelor irigate prin aspersiune, se pot folosi următoarele tipuri de aspersoare: statice, de tip spray, cu pulverizare, utilizat pentru zonele mici și rotative, cu jet, utilizat pentru zonele cu suprafețe mari (vezi Figura 4).



Aspersor static – tip spray Aspersor rotativ- cu jet

Figura 4. Tipuri de aspersoare [8]

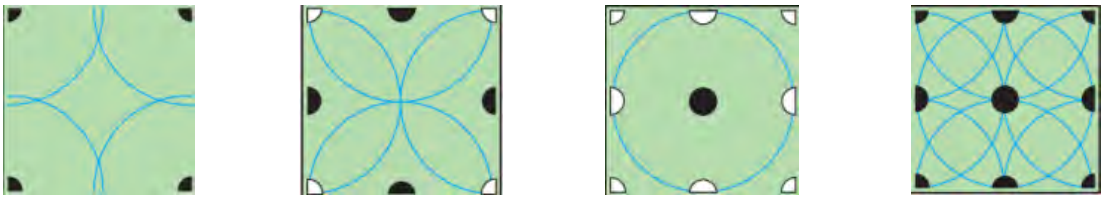
Este important să nu se instaleze niciodată aspersoare statice și aspersoare rotative în același circuit datorită diferențelor în ratele de precipitații.

Amplasarea în plan a aspersoarelor

În planificarea amplasării aspersoarelor, este esențial să se asigure o distribuție uniformă a ape, folosind metoda *cap la cap*. Această tehnică implică ca arcul de cerc sub care apa este livrată să se suprapună cu arcul aspersoarelor din apropiere, distanța între aspersoare fiind egală cu raza fiecărui aspersor din acea zonă.

Pentru amplasarea aspersoarelor în plan se vor parcurge următorii pași (vezi Figura 5):

a) Se începe cu amplasarea aspersoarelor în colțuri;



a) amplasarea aspersoarelor în colțuri b) amplasare aspersoare pe conturul zonei b) amplasare aspersoare în centru d) realizarea acoperirii *cap la cap*

Figura 5. Modalitatea de amplasare a aspersoarelor [7]

b) Dacă prin parcurgerea primului pas nu se obține o acoperire *cap la cap*, se trece la amplasarea altor aspersoare pe perimetrul zonei studiate;

c) Se verifică dacă aspersoarele se acoperă unele pe altele, iar în caz contrar, se mai amplasează un aspersor în centrul acelei zone pentru a se obține o acoperire *cap la cap*.

Pentru determinarea debitului de apă necesar irigării unei zone, se va face însumarea debitelor solicitate de fiecare aspersor.

Schema circuitelor și dimensionarea rețelei secundare. Localizarea vanelor.

Cele mai des utilizate conducte în sistemele de irigații sunt cele din polietilenă.

Pentru formarea circuitelor, dimensionarea și poziționarea electrovanei se procedează astfel:

a) Se definește traseul conductelor care vor uni toate aspersoarele din zona de studiu;
b) Se identifică fiecare nod ce vine la intersecția a două sau mai multe conducte;
c) Calculul se va realiza tabelar unde se vor specifica toate tronsoanele, lungimile din plan, debitele aferente și de tranzit ce duc către electrovană;

d) Se dimensionează conductele, începând de la aspersorul cel mai îndepărtat de electrovana circuitului respectiv. pe acest traseu, conducta dintre ultimul și penultimul aspersor trebuie să aibă diametrul de minimum 25mm;
e) Cu valorile obținute se va determina traseul cel mai defavorabil din circuitul respectiv, lungimea acestuia dar și pierderea de sarcină totală pe traseu.

Pierderile de sarcină (h_r) se calculează ca sumă între pierderile de sarcină liniară (h_{rlin}) şi pierderile da sarcină locală (h_{rloc}), ca în relația (1) [9].

$$h_r = h_{rlin} + h_{rloc} \quad (1)$$

Pierderile liniare de sarcină se produc în lungul conductelor și se determină cu relația lui Darcy (2):

$$h_{r\,lin} = \lambda \cdot \frac{l}{D_{int}} \cdot \frac{v^2}{2g} \quad (2)$$

în care: λ - coeficient adimensional de rezistentă hidraulică Darcy; l - lungimea tronsonului de conductă, [m]; D_{int} - diametrul interior al tronsonului de conductă, [m]; v - viteza apei în conducte [m/s]; g - accelerația gravitațională, [m/s2] și k - rugozitatea absolută, [m].

Pierderile locale de sarcină sunt provocate de perturbări ale curentului lichid, de existența unor piese de reglare a debitului (vane, robineți), a unor piese de schimbare a direcției curentului apei (coturi), de împărțire a curentului (ramificații), de micșorare sau mărire a secțiunii de curgere.

Astfel, pierderile de sarcină locale se calculează cu formula (3):

$$h_{r\,loc} = \zeta \cdot \frac{v^2}{2g} \quad (3)$$

în care, ζ - coeficientul pierderilor de sarcină locale, care depinde de modul în care se produce pierderea de sarcină.

Electrovana se va amplasa în plan cât mai aproape de aleile parcului pentru ușurința conectării la sursă, în cămine speciale.

Programarea udării

Planificarea udării în zonele vezi se va face cu ajutorul unui programator ce permite controlul, comanda și acționarea zonelor de irigat.

Este puțin probabil să se dispună de o capacitate a sistemului de alimentare cu apă suficientă care să permită irigarea întregii suprafețe în același timp. În cele mai multe cazuri necesarul de apă depășește capacitatea sursei de alimentare și apare ca necesară împărțirea zonelor în circuite de irigare, pentru fiecare zonă în parte (vezi Figura 6) [6].

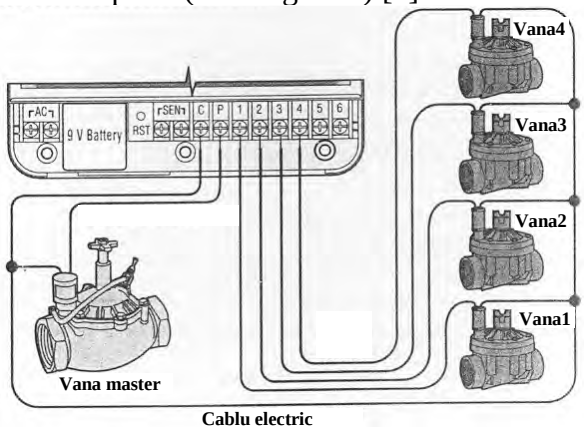


Figura 6. Schema de cuplare a elecrovanelor la controler [8]

Comenzile principale ale unui programator sunt zilele în care se irigă, ora la care pornește instalația și durata udării pentru fiecare zonă. Aplicarea zonelor poate fi reprogramată și în funcție de condițiile meteo (umiditate, temperatură, vânt) prin intermediul senzorilor conectați la programator.

3. Rezultate obținute

În prezenta lucrare este prezentat modul de realizare a sistemului de irigații cu funcționare automată pentru parcul „Via-Verde” din orașul Cernavodă și are drept scop reglarea nivelului de umiditate din sol pentru spațiile verzi specifice. Locația studiată este amplasată într-o zonă secetoasă a țării ce este caracterizată, în perioada caldă a anului, de precipitații medii sub 400mm/an (vezi Figura 7).

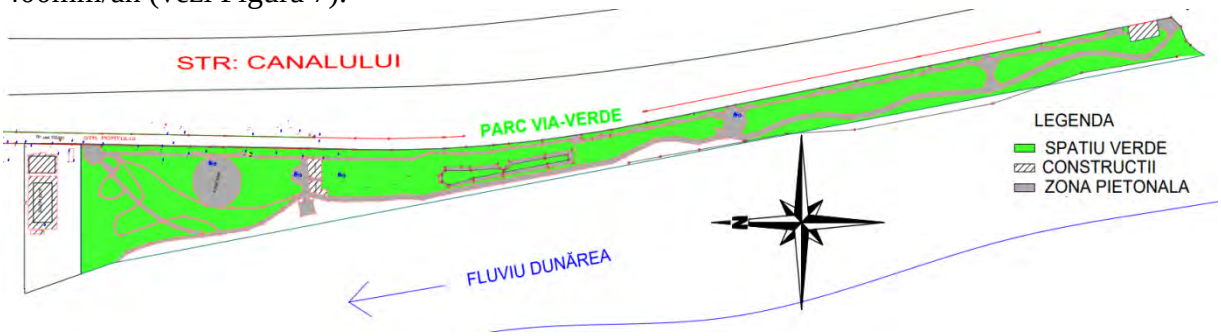


Figura 7. Plan de situație a parcului „Via-Verde”

Proiectarea unui sistem de irigare prin aspersiune debutează cu efectuarea măsurătorilor terenului și amplasarea cu exactitate a elementelor proprietății. Pe baza măsurătorilor s-a întocmit planul proprietății, la o scară convenabilă pe care sunt poziționate toate construcțiile, gardurile, aleile, terasele, etc. (vezi Figura 7).

În cazul analizat, toată suprafața parcului de 7,1 ha este acoperită de gazon și, din loc în loc, arbori. Soluția de irigat este prezentată pentru o suprafață de cca 1,80 ha ce a fost împărțită în 22 de zonelor notate cu majuscule (zona A, B, C etc), (vezi Figura 8).

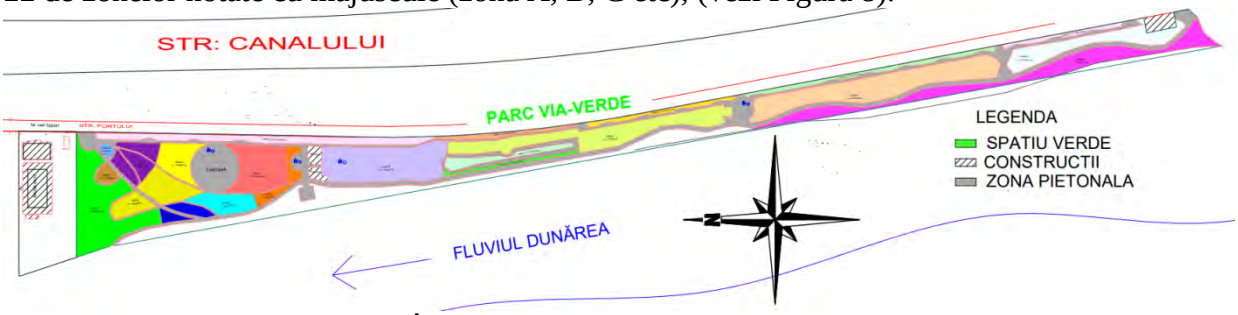


Figura 8. Împărțirea suprafeței parcului în zone de irigat

Alegerea echipamentelor de udare este un pas important în proiectarea unui sistem de irigații care se face ținând cont de suprafața zonei în care se vor amplasa. Spre exemplificare este detaliat modul de lucru pentru zona C din planul analizat, cu dimensiunile în plan de 11,88m x 13,35m, în suprafață totală de 137.99 mp (vezi Figura 9).

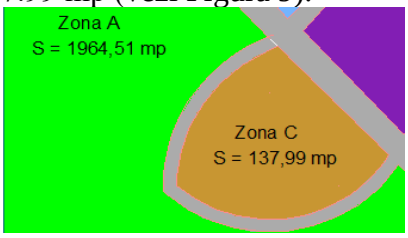


Figura 9. Împărțirea suprafeței parcului în zone de irigat. Detaliu Zona C

Tipul aspersoarelor folosite pentru irigarea acestei zone sunt statice, de tip spray cu arc ajustabil, cu raza de 4,60m și cu o presiune de funcționare de 2,10bari [8]. Notarea aspersoarelor s-a făcut cu cod unic astfel încât să se poată identifica zona în care este amplasate și numărul de ordine al acestuia. Motivul pentru care s-a optat pentru o raza mai mare a fost pentru a obține un randament, o economie a materialelor, a manoperei și un timp de udare alocat mai bun.

În conformitate cu modul de amplasare în plan a aspersoarelor, pentru zona C sunt necesare 10 aspersoare dintre care: 2 care udă la 90° (**AC1** și **AC8**), 1 la 120° (**AC4**), 6 la 180° (**AC2**, **AC3**, **AC5**, **AC6**, **AC7** și **AC9**) și 1 la 360° (**AC10**). Necesarul de apă solicitat de aspersoarele amplasată pe zona C este de **67,7 l/min** (vezi Figura 10)**.**

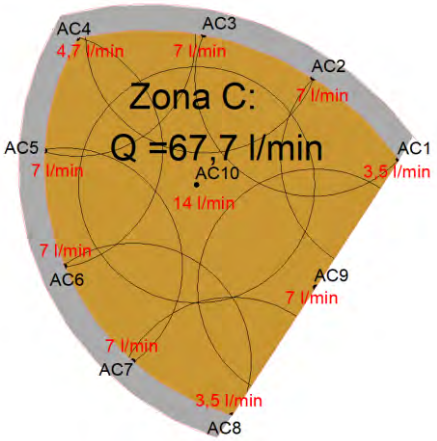


Figura 10. Amplasarea aspersoarelor pe zona C

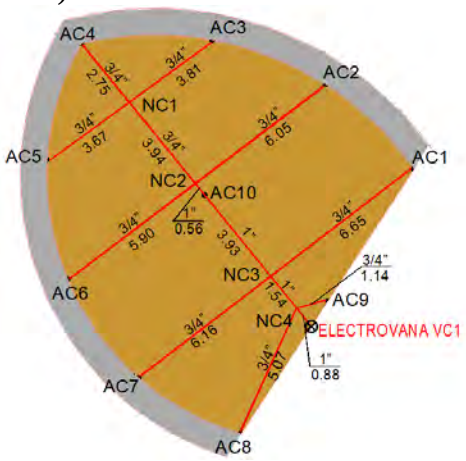


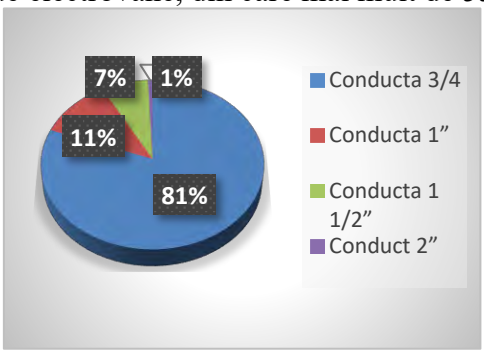
Figura 11. Schema circuitului de pe zona C

Pentru realizarea rețelei secundare se vor utiliza conducte din polietilenă de înaltă densitate. Pe zona C, prezentată pentru exemplificare, diametrele de conductă rezultate din dimensionare sunt de 3/4” (25 mm), respectiv 1” (32 mm), (vezi Figura 11).

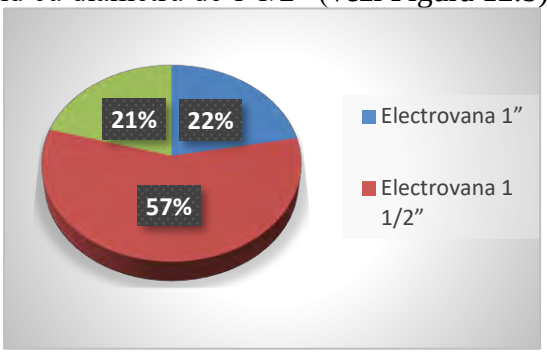
În urma calculelor, pe această zonă traseu defavorabil este **AC4-NC1-NC2-NC3-NC4-VC1**, având o lungime de 13,61m și o pierdere de sarcină totală de 0,993 mCA. Necesarul de materiale pentru realizarea rețelei secundare pe această zonă fiind de: 45,14ml conductă 3/4”, 6,91ml conductă 1” și o electrovană cu diametrul de 1”.

Procedând similar pentru fiecare zonă din parc, se obține un debit total al suprafeței analizate de **7175,955** l/min, reprezentând cantitatea de apă necesară irigării întregului parc.

Pentru realizarea tuturor rețelelor secundare de pe toată suprafața amplasamentului, sunt necesari 6172m de conducte, din care 81% conducte cu diametru de 3/4” (vezi Figura 12.a) și 68 de electrovane, din care mai mult de 55% fiind cu diametru de 1 1/2” (vezi Figura 12.b).



a) Necesar de conducte



b) Necesar de electrovane

Figura 12. Necesarului de materiale pentru realizarea rețelei secundare

Distribuția automată a apei de irigare este asigurată de regulatoare automate (controlere) înserate pe circuitul apei, între sursă și consumator.

Programul după care funcționează o instalație de irigat, conține trei informații principale:

- care sunt zilele în care se efectuează udarea;
- la ce oră este comandată pornirea instalației;
- ce durată au intervalele de timp în care se face udarea pentru fiecare circuit.

Pentru punerea în funcțiune a sistemului de irigații se dispune de o sursă de apă ce poate asigura un debit maxim de 50 m^3/h (833,33 l/min). Astfel, prin intermediul programatorului se vor defini 9 circuite de irigare pentru cele 68 de electrovane din amenajare (circa 8 electrovane pe circuit) ce vor solicita un debit nu mai mare de cel al sursei. Rețeaua principală este formată din conducte de polietilenă de înaltă densitate, cu diametrele variind în intervalul 50mm-125mm.

4. Concluzii

Arhitectura peisagistică, considerată ca fiind o disciplină estetică, continuă să se dezvolte și să ofere cat mai multe soluții inovative pentru amenajarea spațiilor verzi.

Se conturează, în mod special, importanța arhitecturii peisagistice eficiente din punct de vedere energetic. Astfel, pe lângă soluțiile tehnice propuse, prin implementarea sistemelor de irigat cu funcționare automată, se mărește gradul de eficiență în exploatare prin implementarea și de tehnici specifice de design care contribuie la conservarea energiei și la crearea unor medii mai sustenabile și mai confortabile. Printre tehnicile de design se numără:

- Plantarea arborilor pentru umbră, ceea ce reduce din costurile de răcorire.
- Plantarea sau construirea apărătorilor de vânt ce au rolul să oprească intensitatea vânturilor în apropierea construcțiilor și previn pierderea cantităților de căldură.
- Acoperirea zidurilor cu arbuști și plante agățătoare pentru crearea unei bariere împotriva vântului.
- Realizarea de acoperișuri verzi pe clădiri care generează o protecție suplimentară a masei termice și, totodată, efectuează evapotranspirație, contribuind, astfel, la eficiența energetică a construcțiilor.

În plus, sistemele de irigare joacă un rol important în:

- menținerea sănătății beneficiarilor direcți (plantele) cât și indirecți (populația) prin purificarea aerului și reducerea emisiilor de praf în atmosferă
- crearea unui aspect plăcut al spațiilor verzi prin asigurarea accesul la apa necesară pentru creștere și dezvoltare.

BIBLIOGRAFIE

1. Wikipedia, enciclopedie liberă, *Arhitectură peisagistică*, https://ro.wikipedia.org/wiki/Arhitectur%C4%83_peisagistic%C4%83
2. Vitruviu Pollionis, *Despre arhitectură (De architectura, Libri X)*, Colecția Scriitori greci și latini V, Editura Academiei Republicii Populare Romîne, București, 1964.
3. Roşu L., *Îmbunătăţiri funciare - curs pentru uzul studenţilor*, Vol.I, Ovidius University Press, Constanţa, 1999.
4. Masif, furnizor național de scule și echipamente industriale, *Cum funcționează sistemele de irigare?*, https://masif.ro/blog/post/cum-functioneaza-sistemele-de-irigare
5. Egy King, *About Egypt, Ancient Egypt irrigation*, https://www.youtube.com/watch?v=6whIcTZeGyc&t=53s.
6. Roșu L., *Sisteme și regulatoare automate utilizate în amenajările de irigații*, Vol. I , Editura MatrixRom, București 2004, ISBN 973-685-815-4
7. Hunter, Inovații în irigații, *Irigații rezidențiale. Ghid de proiectare*, https://www.inttech.ro/docs/ghid-proiectare-instalare.pdf
8. Hunter, *Product Catalogue, Residential, Commercial & Golf Irrigation, Built on Innovation®*, VOLUME 40, https://www.hunterindustries.com/sites/default/files/Hunter_Catalog_EM.pdf
9. Arsenie D. I.: „Hidraulică, Hidrologie, Hidrogeologie, vol. I și II" - Institutul de Învățământ Superior Constanța, 1979.

DESPRE COMPORTAREA LOESSURILOR LA SOLICITĂRI MECANICE. TASAREA PRIN POANSONARE.

Autori:

Diana-Caterina MĂNESCU, Ianis-Laurențiu GURĂU.
Facultatea de Construcții, Universitatea Ovidius din Constanța,
diana.manescu@365.univ-ovidius.ro
ianis.gurau@365.univ-ovidius.ro

Îndrumător:
Ș.l. Dr. Ing. Cornel CIUREA
Facultatea de Construcții, Universitatea Ovidius din Constanța,
cornel.ciurea@365.univ-ovidius.ro

REZUMAT:

*Loessurile constituie o categorie specială printre formațiunile sedimentare continentale de vârstă cuaternară. Denumirea de **loess** provine din termenul german **lose** sau **loss** utilizat în regiunea Rinului cu semnificația **afânat**, **poros**, **sfărâmicios**.*

Loessul este o rocă sedimentară a cărei culoare variază de la galben deschis la cenușiu, este neconsolidată sau slab consolidată, este lipsită de stratificație, are o porozitate ridicată dată de macropori vizibili cu ochiul liber și are o sensibilitate foarte ridicată la umezire. Această din urmă caracteristică a provocat numeroase dificultăți în realizarea şi exploatarea construcțiilor şi a făcut ca loessurile să se încadreze între terenurile de fundare considerate drept foarte dificile.

Tasarea prin poansonare apare atunci când corpul fundației pătrunde în mediul poros prin sfărâmarea macrostructurii sale contractante, pătrundere care duce la crearea unui dop de material cu porozități reduse, delimitat de un contur ce se închide pe perimetrul suprafeței de fundare.

Tasarea prin poansonare a fost studiată de-a lungul timpului de Chercasov în 1967, de A. Chirică după anul 1990 și de C. Ciurea după anul 1999.

În prezenta lucrare am făcut o modelare a fenomenului de tasare prin poansonare folosind modulul FEM din programul GEO5, care este un program de calcul modern, specializat în rezolvarea problemelor de inginerie geotehnică.

Cuvinte cheie: loess, macropori, poansonare, fundație, FEM, GEO5.

I. INTRODUCERE

1. Loessul

Loessul este o rocă sedimentară de culoare galben deschis până la cenușiu, ce are în componență carbonați, neconsolidată sau slab consolidată, cu o porozitate ridicată și permeabilitate relativ mare în stare naturală, ce se desprinde în formă de plane verticale [1]. Acesta constituie un pământ coeziv macroporic nesaturat, care la contactul cu apa suferă modificări bruște și ireversibile ale structurii interne, reflectate prin tasări suplimentare cu caracter de prăbușire (colaps) și scăderi ale valorilor parametrilor geomecanici.

Loessul reprezintă o formațiune specifică cuaternarului (pleistocen), de origine eoliană, fluvială, deluvială, glaciară, fluvioglaciară, pedogenetică etc.

Din punct de vedere al compoziției granulometrice și al texturii, acesta poate fi:

- Loess argilos, cu o textură fină și un conținut de 25-30% argilă;
- Loess nisipos, cu textura grosieră și un conținut de 10-15% argilă;
- Loess tipic, cu textura mijlocie și un conținut de 15-25% argilă [1].

Din punct de vedere mineralogic, acesta se constituie din cuarț, feldspați, mice, minerale argiloase și minerale grele. Iar din punct de vedere antigen este constituit din calcit (păpuși de

loess), hidroxizi de aluminiu etc.



Figura 1. Loess macroporic din faleza Constanța [2];



Figura 2. Desprinderea loessului în plane verticale;

Din punct de vedere al modului în care se tasează la umezire sub greutatea proprie a stratului (sarcina geologică) loessul se clasifică astfel:

- grupa A: pământuri care au tasări suplimentare: $I_{mg} < 5\ cm$;
- grupa B: pământuri care au tasări suplimentare $I_{mg} \geq 5\ cm$.

Unde: I_{mg} – tasarea suplimentară la umezire sub greutatea proprie a stratului [1].

Loessurile ocupă în România suprafețe de circa 17% din întregul teritoriu. Ele constituie principalele roci de acoperire în cea mai mare parte a Câmpiei Române, în Dobrogea centrală şi de Sud, precum şi în Podișul Moldovei. Excepție fac șesurile aluvionare, zonele de divagare şi dunele. Pe suprafețe restrânse, aceste formațiuni se întâlnesc în Banat şi Crișana, zona subcarpatică şi nordul Dobrogei; în Transilvania apar foarte rar.

2. Comportarea loessurilor la solicitări de compresiune. Tasarea prin poansonare.

Tasarea prin poansonare apare atunci când corpul unei fundații pătrunde în mediul poros al structurii pământului. Acest lucru se întâmplă prin sfărâmarea macrostructurii contractante a loessului și duce la crearea unui dop de material cu porozități reduse, care este delimitat de conturul suprafeței de fundare.

Fenomenul de contractanță constă în reducerea volumului porilor sub acțiunea concomitentă a unor solicitări de compresiune și forfecare. Această reducere este cu atât mai pronunțată cu cât intensitatea eforturilor unitare tangențiale ce acționează asupra pământurilor crește.

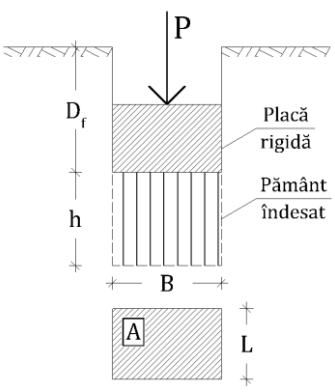
În literatura de specialitate, poansonarea este studiată în ipoteza unor condiții de solicitare care duc la deformări plastice în teren, cu refularea laterală a acestuia și determinarea presiunii critice de refulare. În cazul loessurilor, fenomenul nu se manifestă conform ipotezelor teoretice uzuale, respectiv printr-o relație încărcare-tasare.

I. I. Chercasov a determinat un mod de evaluare a deformațiilor rezultate prin pătrunderea unei placi rigide într-un material poros friabil. Tasarea începe la o anumită presiune, la care se produce sfărâmarea structurii. Pentru o solicitare de compresiune dată, procesul de poansonare se încheie atunci când forța aplicată de placa rigidă este în echilibru cu forțele care acționează pe conturul dopului de material îndesat. La valori mai mari, dopul îndesat se va deforma, zdrobind structura pământului prin împingere laterală.

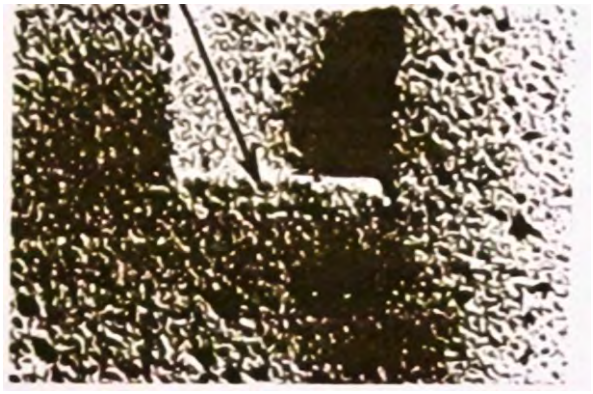
Procesul de tasare prin poansonare, după schema propusă de Chercasov, are loc pentru valori ale încărcării P, în domeniul:

$$P_1 = A \cdot R \leq P < P_2 = A \cdot \frac{R}{k_0} \quad (1)[2]$$

Unde: P_1, P_2 – domeniul de presiune în care se dezvoltă procesul de poansonare;
R – rezistența la compresiune a macrostructurii, la porozitatea inițială;
A – aria bazei plăcii rigide;
k_0 – coeficientul împingerii laterale în stare de repaus.



a.



b.

Figura 3. a. Schema efectului de poansonare; b. Experimentul realizat de Chercasov;

3. Modelarea fenomenului de tasare prin poansonare. Metode de calcul.

Modelarea fenomenului de tasare prin poansonare s-a făcut cu ajutorul programului *GEO5,* care este o suită de software-uri ce oferă soluții pentru majoritatea problemelor de inginerie geotehnică. Programul include module pentru calculul stabilității taluzurilor, fundațiilor directe sau indirecte, zidurilor de sprijin, analiza tunelurilor, calculul tasărilor și analiză cu element finit.

Pentru modelarea fenomenului de tasare prin poansonare s-a folosit modulul de analiză cu element finit (*FEM*). Acest modul este folosit pentru evaluarea deplasărilor, eforturilor interne, tensiunilor, deformațiilor și zonelor plastice în teren și în elementele structurale, precum și a altor valori corelate cu etapele de execuție.

Metoda elementului finit utilizează ca punct de plecare un model integral al fenomenului studiat. Fenomenele fizice sunt descrise din punct de vedere matematic de *ecuații diferențiale*, prin a căror integrare, în condiții la limită date sau impuse, se obține o soluție exactă a problemei [3].

Procedura se aplică separat pentru o serie de mici regiuni, denumite elemente finite, ale unei structuri continue, obținute prin *procedeul discretizării*, legate între ele în puncte numite noduri. Aceste legături trebuie concepute astfel încât să permită o convergență numerică către soluția exactă, atunci când structura este discretizată în elemente finite cu dimensiuni din ce în ce mai reduse [3].

Modelele de calcul neliniar alese în analiza făcută cu modulul *FEM* sunt: *Mohr-Coulomb* și *Mohr-Coulomb modificat*.

- **Modelul Mohr-Coulomb – M-C**

Criteriul de curgere Mohr-Coulomb oferă un model relativ simplu pentru simularea comportamentului plastic al pământului. Din punct de vedere matematic, criteriul poate fi descris în termenii tensiunilor principale, $\sigma_1 \geq \sigma_2 \geq \sigma_3$, astfel:

$$F = (\sigma_1 - \sigma_3) + (\sigma_1 + \sigma_3) \cdot \sin\phi - 2c \cdot \cos\phi = 0 \quad (2)\ [4]$$

Unde: ϕ – unghiul de frecare internă;
c – coeziunea pământului;

Coeziunea și unghiul de frecare internă sunt necesare pentru definirea condiției de curgere. În acest model eforturile de tracțiune sunt considerate pozitive.

Suprafața de curgere M-C poate fi definită de trei funcții limită care sunt reprezentate ca un con hexagonal neuniform în spațiul principal al tensiunilor. În figura 4 se pot observa proiecții ale acestei suprafețe de curgere în planul deviatoric și meridian.

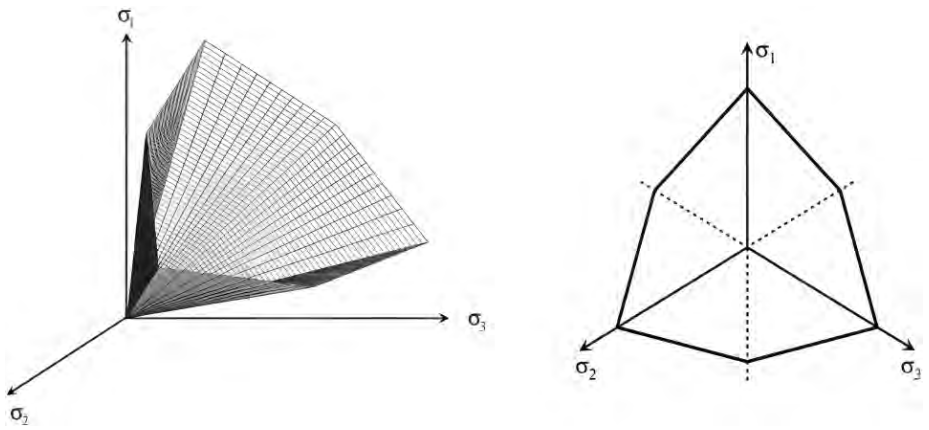


Figura 4. Reprezentarea în plan a funcției Mohr-Coulomb de curgere a pământului [4];

Suprafața de curgere în modelul Mohr-Coulomb are colțuri, ceea ce poate cauza anumite complicații în implementarea acestui model în metoda elementului finit. Pe de altă parte, un avantaj este faptul că pe acest model se bazează mecanica tradițională a pământului și, parțial, mecanica rocilor [5].

- **Modelul Mohr-Coulomb modificat – M-CM**

Similar modelului Drucker-Prager (D-P), modelul Mohr-Coulomb modificat netezește colțurile suprafeței de curgere Mohr-Coulomb. Proiecția suprafeței de curgere M-CM în planul deviatoric trece prin toate colțurile hexagonului Mohr-Coulomb (figura 5).

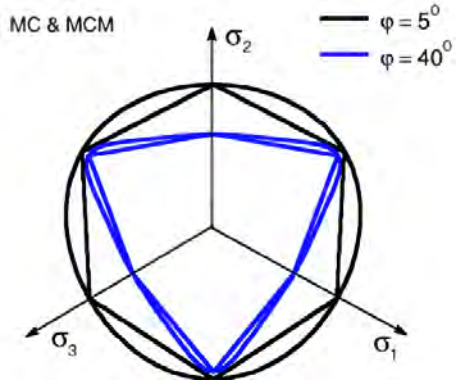


Figura 5. Suprafețe de curgere în plan deviatoric pentru metodele M-CM și M-C [5];

La fel ca suprafața de curgere M-C, suprafața de curgere a M-CM depinde de efortul mediu efectiv σ_m și de unghiul Lode $\theta \in (-30°; 30°)$. Cu referire la definiția sa, se poate aștepta un răspuns *ușor mai rigid* al materialului cu modelul de plasticitate M-CM în comparație cu modelele M-C și D-P [5].

$$F = \sigma_m \cdot \sin\phi + \bar{\sigma}\left(\cos\theta - \frac{1}{\sqrt{3}}\sin\phi\sin\theta\right) - c \cdot \cos\phi = 0 \quad (3)[6]$$

Unde: σ_m – media tensiunilor principale;

$\bar{\sigma}$ – tensiunea echivalentă; $\bar{\sigma} = \sqrt{J_2}$;
J_2 – invariantul de ordinul doi al tensiunii deviatorice;

II. STUDIU DE CAZ

Analiza efectului de poansonare s-a realizat în două ipoteze:

1. Fundație cu lățime constantă egală cu **0,80 m**, care transmite terenului de fundare o presiune crescătoare cuprinsă în domeniul **40,00÷180,00 kPa**;
2. Fundație cu lățime variabilă în domeniul **0,80÷2,00 m**, care transmite terenului de fundare aceeași presiune cu valoarea egală cu **180,00 kPa**.

Terenul de fundare a fost discretizat folosind elemente finite triunghiulare cu latura de **0.5 m**, iar calculul s-a efectuat în ipoteza stării plane de deformații.

Condițiile de margine au fost următoarele:

– pe planul orizontal situat la 40 m sub talpa fundației au fost blocate deplasările pe orizontală și pe verticală;
– pe planurile verticale situate de o parte și de alta a fundației au fost blocate deplasările pe orizontală.

Proprietățile loessului care alcătuiește terenul de fundare, folosite la modelarea aplicației, sunt următoarele:

– Greutatea volumică: $\gamma = 15.00\ kN/m^3$;
– Modulul de elasticitate: $E = 6.15\ MPa$;
– Coeficientul lui Poisson: $\nu = 0.30$;
– Greutatea volumică în stare saturată: $\gamma_{sat} = 19.00\ kN/m^3$;
– Modulul de descărcare/reîncărcare: $E_{ur} = 6.15\ MPa$;
– Unghiul frecării interne: $\varphi_{ef} = 24.00°$;
– Coeziunea pământului: $c_{ef} = 8\ kPa$.

Rezultatele obținute la simularea comportării fundației directe cu ajutorul modelelor M-C și M-CM sunt prezentate în Tabelul 1 și în Tabelul 2, respectiv figurile 6, 7, 8 și 9.

Tabelul 1. Rezultatele analizei în Ipoteza 1 de calcul;

Metoda	P [kPa]	σ_z [kPa]	ε_v [%]
Mohr-Coulomb	40,00	33,93	0,52
	80,00	68,89	0,98
	160,00	139,68	1,77
	180,00	158,49	1,95
Mohr-Coulomb modificat	40,00	33,67	0,53
	80,00	68,29	1,02
	160,00	137,12	1,98
	180,00	154,29	2,20

Tabelul 2. Rezultatele analizei în Ipoteza 2 de calcul;

Metoda	B [m]	σ_z [kPa]	ε_v [%]
Mohr-Coulomb	0,80	158,49	1,95
	1,20	**191,36**	**2,25**
	1,60	175,98	2,07
	2,00	181,30	2,11
Mohr-Coulomb modificat	0,80	154,29	2,20
	1,20	**183,04**	**2,47**
	1,60	176,58	2,22
	2,00	177,82	2,30

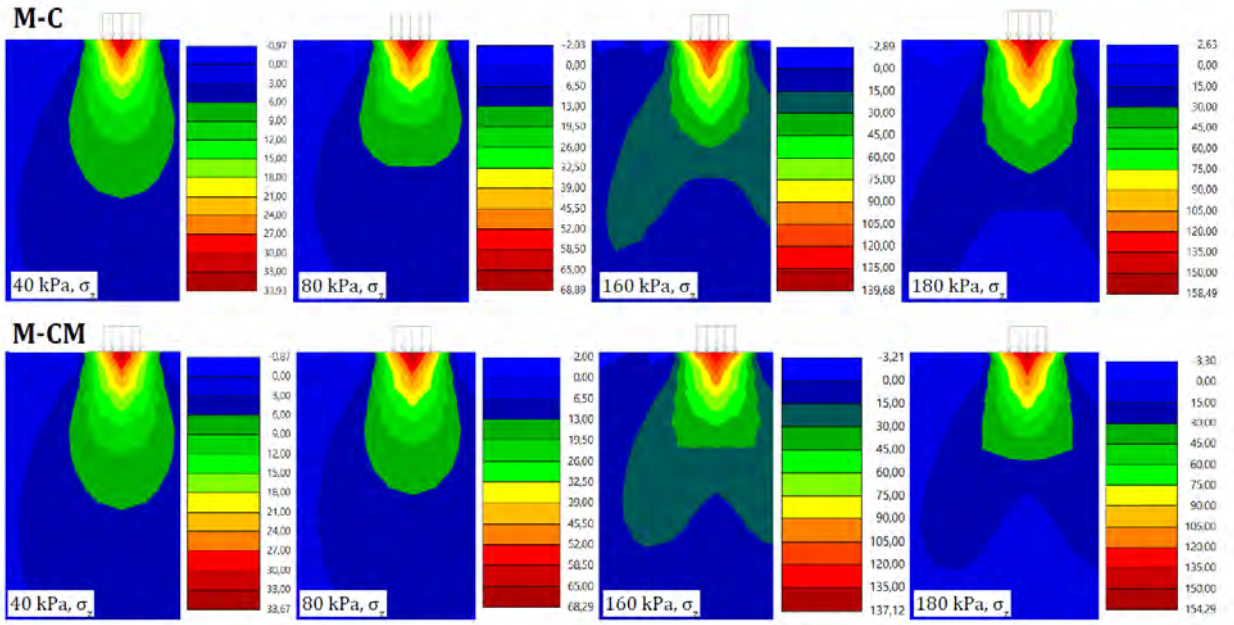


Figura 6. Diagrama tensiunilor σ_z – Ipoteza 1, model de calcul M-C și M-CM;

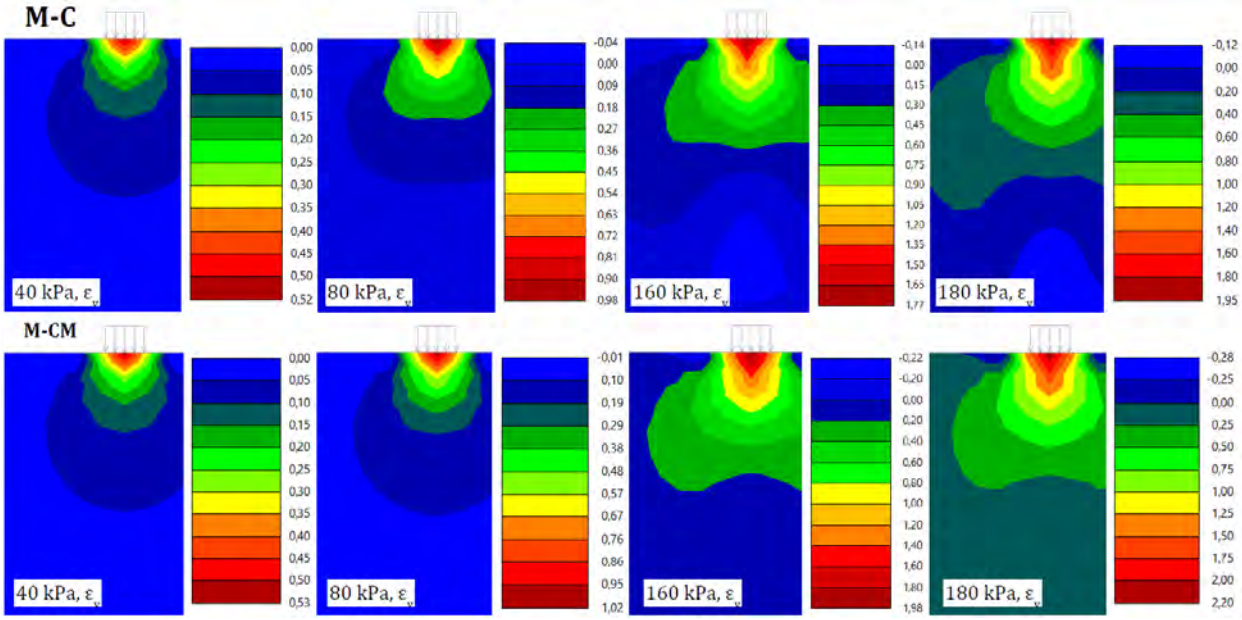
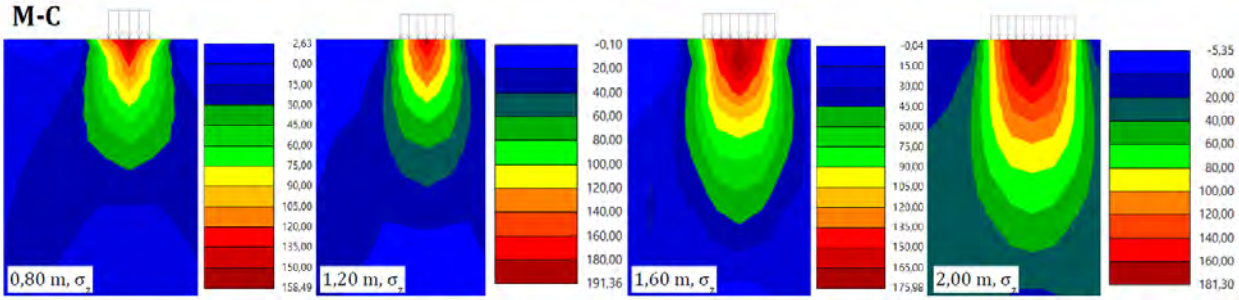


Figura 7. Diagrama deformației volumice ε_v– Ipoteza 1, model de calcul M-C și M-CM;



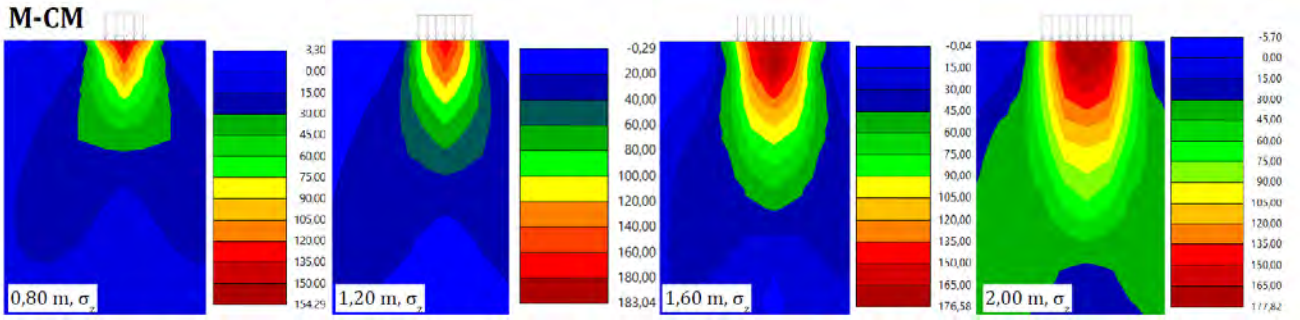


Figura 8. Diagrama tensiunilor σ_z – Ipoteza 2, model de calcul M-C și M-CM;

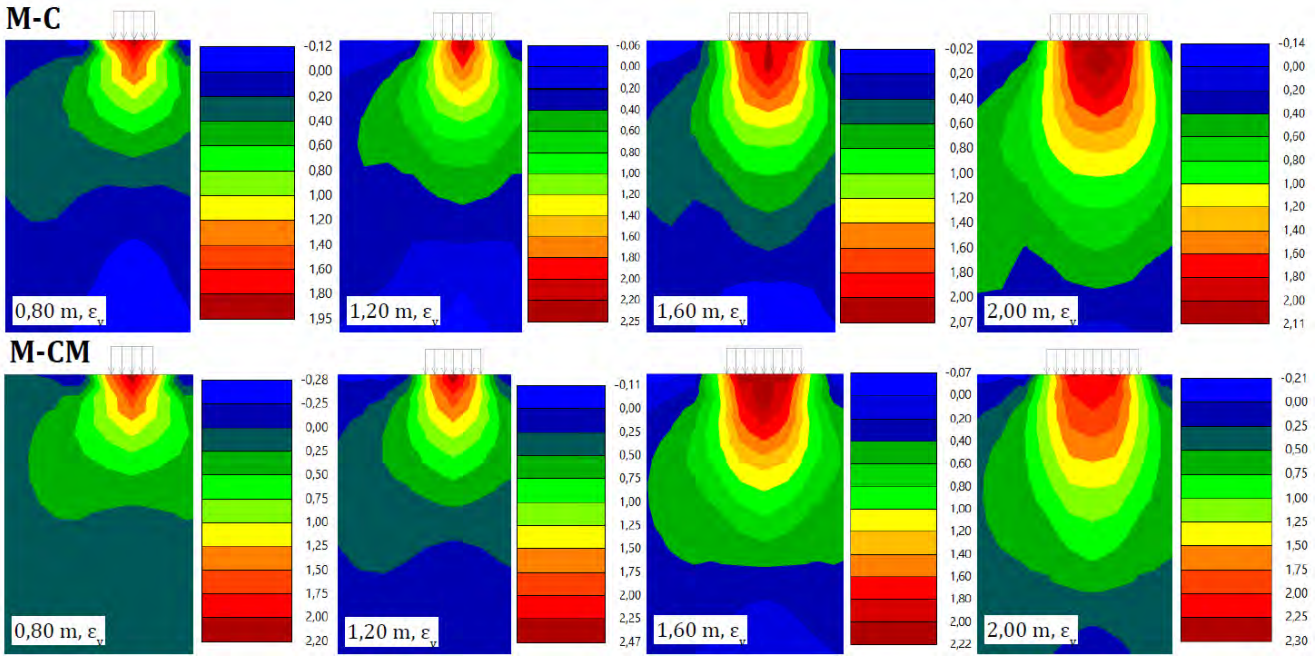


Figura 9. Diagrama deformației ε_v – Ipoteza 2, model de calcul M-C și M-CM;

III. CONCLUZII

În urma efectuării modelarii fenomenului de tasare prin poansonare la loessuri cu ajutorul programului GEO5, putem trage următoarele concluzii:

1. Analizând valorile tensiunilor și deformațiilor obținute în cele două ipoteze de calcul cu cele două modele (M-C și M-CM) am observat că aceste valori sunt sensibil asemănătoare.
2. Analizând rezultatele obținute cu **Ipoteza 1** de calcul, am observat următoarele:
   – Forma diagramelor de deformație volumică, ε_v, arată dezvoltarea dopului de material îndesat de sub fundație și că acesta are formă de „pană” [2].
   – Formarea dopului de material îndesat depinde de modificarea stării de tensiuni din terenul de fundare datorată creșterii presiunii transmise de fundație.
   – Ascuțirea și umflarea laterală a dopului de material îndesat se accentuează pe măsura creșterii presiunii transmise de fundație.
3. Analizând rezultatele obținute cu **Ipoteza 2** de calcul, am observat următoarele:
   – Alura diagramelor de deformație volumică, ε_v, arată că forma de „pană” a dopului de material îndesat se atenuează o dată cu creșterea lățimii fundației, punând în evidență apariția fenomenului de poansonare pentru suprafețe de fundare mici.

- Umflarea laterală a pământului este pronunțată pentru fundația cu lățimea minimă luată în calcul, care este egală cu 0,80 m.
- Efectul de poansonare pentru loessul ales dispare o dată cu creșterea lățimii fundației.
- Forma diagramei de deformație volumică indică faptul că dopul de material este delimitat de conturul suprafeței de fundare. Se observă faptul că lățimea dopului este direct proporțională cu lățimea fundației.

BIBLIOGRAFIE

[1] NP 125:2010, „*Normativ privind fundarea construcțiilor pe pământuri sensibile la umezire*”;

[2] C. Ciurea, Teză de doctorat, „*Aspecte ale interacțiunii construcțiilor hidrotehnice cu terenurile de fundare pământoase*”, 2005;

[3] E. Cuteanu, R. Marinov, „*Metoda elementului finit în proiectarea structurilor*”, Editura Facla, 1980;

[4] A.J. Abbo, A.V. Lyamin, S.W. Sloan, J.P. Hambleton, „*A C2 continuous approximation to the Mohr–Coulomb yield surface*”, International Journal of Solids and Structures, vol. 48, art. 21, pag. 3001-3010, 2011;

[5] GEO5 – Documentație „*Ajutor - FEM*”, https://www.finesoftware.eu/help/geo5/en/nonlinear-models-01/;

[6] Xu Xiang, Dai Zi-Hang, „*Numerical implementation of a modified Mohr–Coulomb model and its application in slope stability analysis*”, Journal of Modern Transportation, vol. 25, pag. 40–51, 2017.

UTILIZAREA DRONELOR ÎN CONSTRUCȚII

Autor/autori
R. MĂSTĂCAN[1], D. NICA[2]
D. ROMANCIUC[3], B. ȘOROAGĂ[4]
[1]*Facultatea de Construcții și Instalații, Universitatea Tehnică "Gheorghe Asachi" din Iași*
e-mail:razvan-iulian.mastacan@student.tuiasi.ro
[2]*Facultatea de Construcții și Instalații, Universitatea Tehnică "Gheorghe Asachi" din Iași*
e-mail:denis-cosmin.nica@student.tuiasi.ro
[3]*Facultatea de Construcții și Instalații, Universitatea Tehnică "Gheorghe Asachi" din Iași*
e-mail:denisa-florina.romanciuc@student.tuiasi.ro
[4]*Facultatea de Construcții și Instalații, Universitatea Tehnică "Gheorghe Asachi" din Iași*
e-mail:bianca-maria.soroaga@student.tuiasi.ro

Îndrumător/îndrumători
Șef lucr.dr.ing. M. SCUTARU[5]
[5]*Facultatea de Construcții și Instalații, Universitatea Tehnică "Gheorghe Asachi" din Iași*
e-mail:maria-cristina.scutaru@academic.tuiasi.ro
Șef lucr.dr.ing. G. BOACĂ[6]
[6]*Facultatea de Construcții și Instalații, Universitatea Tehnică "Gheorghe Asachi" din Iași*
e-mail:gheorghita.boaca@academic.tuiasi.ro

REZUMAT: *Scopul proiectului actual este de a digitaliza inspecțiile și de a monitoriza sănătatea structurală a unui pod folosind drone pentru a identifica și a permite o inspecție mai ușoară a defectelor și degradărilor, dar și o vizualizare cu o precizie mai mare a tuturor componentelor podului ce deservește infrastructura de transport.*
Obiectivul principal este de a efectua o fotogrammetrie aeriană pentru o evaluare mai ușoară a stării reale a podului. Această lucrare este realizată pentru a evita inspecția dificilă la fața locului, eliminând riscurile, pentru a permite accesul în zonele dificile ale structurilor și pentru a identifica toate daunele care afectează structura – de ex. fisuri, coroziune.
Menirea noastră în această cercetare a fost aceea de a evalua capacitățile tehnologiei dronei ca instrument suplimentar de inspecție a podurilor pentru a sprijini inspecțiile convenționale de pod obligatorii.
De asemenea, pe lângă inspecția podurilor, dronele pot fi folosite în: construcțiile civile, arhitectură, topografie și construcții industriale de dimensiuni mari, unde au capacitatea de a capta mai multe detalii, mai ales în spațiile închise în care oamenii nu pot avea acces.

Cuvinte cheie: drone, digitalizare, poduri, prevenire.

1. Introducere

În contextul evoluției tehnologice accelerate din domeniul construcțiilor, o necesitate imperioasă a devenit evaluarea rapidă și eficientă a integrității structurilor de pod. Astfel, în lumina unor studii recente care evidențiază complexitatea și importanța acestui aspect, am identificat o soluție inovatoare: utilizarea dronelor pentru scanarea detaliată a podurilor. Această abordare aduce cu sine multiple avantaje, printre care precizia ridicată în identificarea degradărilor și a defectelor ascunse, greu de detectat cu ochiul liber. Prin intermediul tehnologiei avansate de scanare, putem obține informații detaliate despre starea actuală a structurii, facilitând astfel intervenția promptă și eficientă pentru prevenirea unor eventuale deteriorări ulterioare. Scanarea efectuată cu ajutorul dronelor oferă o perspectivă asupra

podului, inclusiv a zonelor greu accesibile sau a celor cu risc sporit de deteriorare. Această metodă reprezintă un pas semnificativ în direcția asigurării siguranței infrastructurii de poduri și în creșterea eficienței în procesul de monitorizare și întreținere a acestora. Prin implementarea acestei tehnologii de vârf, ne propunem să contribuim la consolidarea infrastructurii critice și la creșterea siguranței publice în ceea ce privește transportul rutier și feroviar.

2. Podul

Podurile sunt construite într-o gamă variată de materiale și scheme statice, scopul lor fiind acela de a asigura continuitatea unei căi de comunicație în dreptul unui obstacol (care poate fi o apă, o vale adâncă sau o altă cale de comunicație la intersectarea căreia se dorește a nu exista perturbări ale traficului), lăsând în același timp și un spațiu liber necesar continuității obstacolului traversat.



Fig. 1,2- Pod de cale ferată din Iași

După construirea podurilor, structurile sunt supuse diferitelor acțiuni atât a mediului înconjurător cât și al utilizatorilor. Aceste acțiuni influențează în timp calitatea structurii, ducând la apariția și dezvoltarea degradărilor. Pentru evaluarea capacității de deservire a traficului în condiții de siguranță și confort, au fost dezvoltate diferite metodologii, toate având scopul de a cuantifica starea tehnică a structurii. Aceasta reprezintă un parametru extrem de important pentru administrator mai ales, oferind informații privitoare la capacitatea prezentă și viitoare a structurii de preluare a traficului.

Conform standardelor aflate în acest moment în vigoare, mai ales în țara noastră, dar și în lume, evaluarea capacității portante și a stării tehnice a podurilor se realizează în cea mai mare parte vizual, fiind indicate utilizarea metodelor nedistructive doar dacă expertul tehnic însărcinat cu realizarea evaluării consideră necesar. Această metodologie are un puternic caracter subiectiv, având în același timp și o precizie scăzută, mai ales în ceea ce privește identificarea momentului apariției degradării, a cauzelor care au condus la apariția ei și a evoluției în timp.

3. Drona

Drona este definită ca o aeronava zburată fără pilot la bord. Dronele sunt denumite Vehicule Aeriene Fără Pilot (UAV), iar numele poate fi folosit interschimbabil. Aceasta este controlată fie autonom, fie cu ajutorul unei telecomenzi de la sol de către un pilot și poate transporta o gama largă de tehnologii de imagistică, inclusiv senzori video și infraroșii.



Fig. 3,4- Drona și componentele sale

Drona este compusă din:

- Brațele dronei;
- Motoarele;
- Elicele;
- Baterie;
- Placa de control zbor;
- Senzori.

Drona prezintă următoarele caracteristici:

- Dimensiuni (L×L×A) Pliat: 145×90×62 mm;
- Desfășurat: 171×245×62 mm;
- Desfășurat (cu elice): 251×362×70 mm;
- Lungime diagonală: 247 mm;
- Timp maxim de zbor: 34 de minute (cu baterie inteligentă de zbor și măsurat în timpul zborului la 21,6 km/h în condiții fără vânt); 47 de minute (cu baterie inteligentă de zbor Plus (nu este inclusă)).

Cercetătorii din întreaga lume lucrează în acest moment la găsirea de noi posibilități și instrumente de evaluare a stării de degradare a podurilor care să reducă la minimum factorul de implicare uman, responsabil de erori de judecată care pot conduce până la ruinarea structurii. În acest moment, cercetările în domeniu se canalizează asupra utilizării dronelor și a scanării 360 a structurilor.

3.1. Avantajele utilizării dronelor în scanarea podurilor

Avantajele sunt:

- *UAV-urile îmbunătățesc siguranța inspectorilor și eficiența evaluării;*
- *Costuri și timp reduse*: Datorită capacității lor de a zbura, dronele reduc costurile și nevoile de echipamente, precum și riscul asociat cu inspecțiile structurilor. Efectuarea unor astfel de servicii folosind metodele manuale tradiționale este de obicei costisitoare și riscantă, deoarece expune lucrătorii la o gamă largă de riscuri pentru securitate și

sănătate. Sunt mai rapide și necesită mai puține persoane pentru a efectua un serviciu de inspecție sau monitorizare, prin urmare mai multe economii.

- *Efectuarea inspecțiilor regulate pentru îmbunătățirea eficienței operațiunilor*: Acest lucru are potențialul de a reduce blocările de trafic și de a îmbunătăți eficiența lucrărilor de întreținere. Inspecțiile regulate cresc rata de identificare a problemelor înainte ca acestea să cauzeze grave afectări ale traficului sau costuri ridicate de remediere. Dronele pot oferi un mijloc mai ușor și mai rapid de a identifica defecțiunile și apoi permit administratorului să le remedieze la momentul cel mai convenabil, spre deosebire de așteptarea ca defecțiunile să se dezvolte complet și să provoace neplăceri participanților la trafic, neplăceri ce sunt costisitoare.
- *Reducerea nevoii de a trimite lucrătorii în zonele riscante*: Dronele pot funcționa în medii periculoase, inclusiv cele reci, fierbinți, toxice, închise sau cu fum, praf și alte condiții dure. Compania însărcinată cu realizarea inspecțiilor economisește bani pe care i-ar fi putut cheltui angajând sau achiziționând echipamente scumpe, cum ar fi accesul cu frânghie și schele. În afară de costurile de achiziție, folosirea echipamentului clasic are mai multe riscuri și lucrătorii trebuie să fie asigurați corespunzător, crescând astfel și mai mult cheltuielile.

3.2. Dezavantajele utilizării dronelor în scanarea podurilor

Dezavantajele utilizării dronelor pentru scanarea podurilor sunt:

- *Costuri și investiții inițiale*;
- *Reglementări și autorizații*;
- *Incapacitatea utilizării în condiții meteorologice extreme*: În procesul de scanare cu drona, trebuie să fim conștienți de anumite condiții și factori care pot influența calitatea imaginilor obținute. Tehnologia este sensibilă la condițiile meteo și la mediul înconjurător, iar acest lucru poate afecta în mod semnificativ rezultatele scanării. În zilele însorite, pot apărea diverse umbre pe suprafața scanată, reducând claritatea și acuratețea detaliilor. De asemenea, în condiții de vânt, există riscul ca drona să se decalibreze, ceea ce poate duce la distorsiuni în imaginile obținute. În plus, în cazul ploii sau al picăturilor de apă pe lentilă, imaginea poate deveni neclară sau distorsionată, afectând astfel capacitatea de analiză și interpretare a datelor obținute.
- *Necesitatea experienței personalului care utilizează tehnologia și procesează imaginile*.

4. STUDIU DE CAZ

Pentru a va oferi o analiza cât mai concretă a tehnologiei vizate am realizat un studiu de caz pentru un pod deja existent care se află în Iași în zona cartierului Alexandru cel Bun și care traversează râul Bahlui. Ca și structură, aceasta este încadrată ca fiind un pod metalic nituit care deservește traficul feroviar. Este singurul pod de cale ferată existent în oraș și asigură legătura între Gara Mare și Gara Nicolina. Ca și date tehnice putem spune că are o deschidere de aproximativ 35 metri și are o lățime care asigură traficul feroviar pe două sensuri de mers.



Fig. 5 – Harta satelit al podului



Fig. 6- Podul de cale ferată în 3D

Analiza efectuată s-a realizat în programul 3DF Zephyr, iar pentru un rezultat corect oferit de acest program sunt necesari a fi efectuați următorii pași:

- → localizarea podului in teren;
- → asigurarea unei condiții meteo optimă pentru scanarea eficientă;
- → asamblarea și calibrarea dronei și a dispozitivelor de înregistrare;
- → stabilirea corectă a tehnicilor folosite în funcție de tipul podului pentru o efectuare corectă a fotogrametriei (scanarea propriu-zisă);
- → asigurarea unei conectări eficiente la sateliți;
- → demararea acțiunii de înregistrare a dronei și asigurarea unei poziții liniare în spațiu atât pe verticale, pe orizontală cât și perpendicular pe direcția podului;
- → pe toată durata scanării drona trebuie deplasată într-un ritm lent pentru o fotografiere eficientă întrucât drona este setată să efectueze câte o fotografie la fiecare 2 secunde;
- → introducerea imaginilor în program;
- → analiza și interpretarea imaginilor;
- → interpretarea rezultatelor;
- → găsirea soluțiilor pentru rezolvarea problemelor.

În urma studiilor efectuate am observat câteva degradări apărute asupra podului, specifice vârstei și condițiilor meteo cum ar fi: îmbătrânirea vopselei, degradarea hidroizolației la culei, infiltrații de apa în zona zidului întors, degradarea traveselor la nivelul inferior la podului.
În schimb toate aceste observații menționate mai sus nu afectează funcționalitatea podului și îi asigură în continuare buna funcționare a acestuia, însă trebuie ținut cont de neregulile observate pentru a putea fi remediate la o ulterioară reabilitare.
Toate aceste aspecte au fost foarte ușor de identificat datorită tehnologiei performante folosite care a reușit să capteze imagini de foarte bună calitate și ne-a permis să realizam o analiză amplă asupra podului în cauză.

5. CONCLUZII

Punând în evidență toate aspectele prezentate mai sus, putem spune că utilizarea dronelor oferă un avantaj real atât în domeniul infrastructurilor rutiere, cât și în construcțiile civile și industriale.
Implementarea acestei tehnologi a dus la creșterea productivității, ușurarea modului de lucru dar și o implicare interactivă a celor care o utilizează.
Având în vedere faptul că toate domeniile tehnice se îndreaptă spre această etapă a digitalizării și a inovațiilor în ceea ce privește procesul tehnologic, putem spune că și în domeniul construcțiilor, această metodă este o realizare impresionantă, din punct de vedere a eficienței sale, a preciziei cu care sunt interpretate rezultatele, dar și a timpului impresionant de scurt de realizare a acestui proces.

BIBLIOGRAFIE

1. Agnisarman S., Lopes S., Madathil K.C., Piratla K., Gramopadhye A. (2019) A survey of automation-enabled human-in-the-loop systems for infrastructure visual inspection, Automation in Construction, 97, 52 – 76.
2. Gagliardi V., Ciampoli L.B., D'Amico F., Alani A.M., Tosti F., Battagliere A.L., Benedetto A. (2020) Bridge monitoring and assessment by high-resolution satellite remote sensing technologies, SPIE Future Sensing Technologies, editat de Masafumi Kimata, Joseph A. Shaw, Christopher R. Valenta, doi: 10.1117/12.2579700.
3. Seo J., Duque L., Wacker J. (2018) Drone-enabled bridge inspection methodology and application, Automation in Construction, 94, 112 – 126.
4. Moga P., Iliescu M., Guțiu Ș.I. (2011) Lucrări de artă inginereşti, Editura U.T.Press, Cluj-Napoca, România.
Moga P., Guțiu Ș.I., Moga C. (2020) Lucrări de artă. Curs general de poduri, Editura U.T.Press, Cluj-Napoca, România.
5. Scutaru M. C., Comisu C. C., Țăranu N., Boacă G., Bridge system identification for structural health monitoring, Buletinul Institutului Politehnic din Iași, Secția Construcții. Arhitectură, Ed. Politehnium, Volumul 66 (70), Numărul 1, pp. 85 – 94, 2020
6. Scutaru M. C., Țăranu N., Comisu C. C., Boacă G., Ianoș A., Stașcov M., Structural behavior of a hybrid steel-concrete bridge. Experimental set-up, Buletinul Institutului Politehnic din Iași, Secția Construcții. Arhitectură, Ed. Politehnium, Volumul 65 (69), Numărul 1, pp. 63 – 77, 2019
7. Scutaru M. C., Tăranu N., Comisu C. C., Boacă G., Ungureanu D., Sensors for bridge structural health monitoring, Buletinul Institutului Politehnic din Iași, Secția Construcții. Arhitectură, Ed. Politehnium, Volumul 64 (68), Numărul 4, pp. 25 – 39, 2018
8. Scutaru M. C., Țăranu N., Comisu C. C., Ungureanu D., Development of performant technologies for bridge monitoring, Buletinul Institutului Politehnic din Iași, Secția Construcții. Arhitectură, Ed. Politehnium, Volumul 63 (67), Numărul 1, pp. 55 – 69, 2017
9. Comisu C. C., Identificarea structurală a podurilor compozite, Al XIII-lea Congres Național de Drumuri și Poduri, Referate și Comunicări, Vol II, 262 – 271, 2010.
10.Comisu C. C., Sistem de monitorizare integrată a podurilor, Al XIII-lea Congres Național de Drumuri și Poduri, Referate și Comunicări, Vol II, 342 – 348, 2010.
11.Comisu C. C., Țăranu N., Boacă G., Scutaru M. C. (2017) Structural health monitoring system of bridges. Procedia Engineering, 199: 2054 – 2059.
12.Nepomuceno D.T., Vardanega P.J., Tryfonas T., Pregnolato M., A survey of emerging technologies for the future of routine visual inspection of bridge structures, Bridge Safety, Maintenance, Management, Life-Cycle, Resilience and Sustainability – Casas, Frangopol & Turmo (eds), pp. 846 – 854, DOI: 10.1201/9781003322641-101
13.Scutaru M. C., Țăranu N., Comisu C. C., Boacă G., Ungureanu D. (2018) Case study regarding the dynamic compensation of steel-concrete bridge hybrid structures. ModTech International Conference. Modern Technologies in Industrial Engineering, IOP Conference Series Materials Science and Engineering, 400, 042052, doi: 10.1088/1757-899X/400/4/042052
14.Scutaru M. C., Tăranu N., Comisu C. C., Boacă G., Ungureanu D., Hudișteanu I., Numerical study of the dynamic characteristics of a hybrid steel-concrete bridge, International Conference ModTech 2019, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 591, 012030, 2019 (ModTech International Conference, 2019)
15.Scutaru M. C., Comisu C. C., Boacă G., Țăranu N., Bridge Maintenance Strategies – A brief comparison among different countries around the world, Ninth International Conference on Bridge Maintenance, Safety and Management (IABMAS 2018), Melborne, Australia, 9-13 july 2018, Maintenance, Safety, Risk, Management and Life-Cycle Performance of Bridges, pp. 231 – 238, 2018
16. Technical committee 4.2. Bridge Committe (2023), Advancement of inspection techniques/technologies as a part of bridge management system, A PIARC technical report
17. STAS 5626 – 1992 – Poduri. Terminologie, Institutul Român de Standardizare, Bucureşti, 1992.

SISTEME DE ANCORAJE ÎN TEREN PENTRU LUCRĂRI DE DRUMURI

Autor/autori
Emilia-Alina ȘTIR
[1]*Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, stir.au.emilia@student.utcluj.ro*

Îndrumător/îndrumători
Conf. Dr. Ing. Gavril HODA
Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, gavril.hoda@cfdp.utcluj.ro

REZUMAT:

Lucrarea își propune să prezinte unele aspecte legate de utilizarea ancorajelor în teren, cu precădere la lucrările de drumuri.

Dezvoltarea lucrărilor de ancoraje în teren a făcut posibilă realizarea unor structuri eficiente, printre care, amintim: lucrări de susținere, lucrări de stabilizare a rambleelor și taluzurilor, lucrări de stabilizare a cavităților subterane și a altor elemente care transmit la teren forțe de întindere generate de suprastructură.

Ancorajele în teren sunt folosite, în general, pentru a asigura suportul unei lucrări de susținere, pentru a asigura stabilitatea pantelor, excavațiilor sau tunelurilor, sau pentru a rezista forțelor de ridicare exercitate asupra structurilor prin transmiterea unei forțe de tracțiune unui strat de pământ sau rocă, datorită capacității lor de a transmite forțele de întindere care le sunt aplicate unui strat portant.

Utilizarea ancorajelor la drumuri poate fi o soluție optimă din punct de vedere al rezistenței, al stabilității, al tăsărilor și al criteriului economic, combinată cu alte soluții, cum ar fi îmbunătățirea terenului de fundare sau fundații de adâncime pe piloți.

1. Introducere

Toate lucrările de construcții trebuie să îndeplinească anumite condiții din punct de vedere economic, din punct de vedere al rezistenței și din punct de vedere structural. În majoritatea cazurilor, criteriile economice și cele de rezistență sunt îndeplinite, însă, pentru asigurarea stabilității lucrării este necesară utilizarea unor lucrări suplimentare cum ar fi ancorajele în teren.

În prezenta lucrare, propun o soluție pentru asigurarea stabilității unui zid de sprijin existent folosind consolidarea zidului cu ancoraje în teren, amplasate în partea superioară și centrală a zidului, pe lângă alte lucrări necesare pentru reasigurarea stabilității și rezistenței acestuia, respectiv: reparații efectuate la paramentul zidului de sprijin, execuția de drenuri forate și decolmatare barbacane pentru asigurarea apelor, execuția unei grinzi de beton armat la partea superioară a zidului.

În acest scop, voi analiza mai în detaliu partea cu privire la ancorajele în teren, pentru reparațiile zidului de sprijin de greutate, folosit pentru consolidarea masivului, amplasamentul aflându-se într-o zonă de munte.

2. Utilizări ale ancorajelor în teren

Ancorajele în teren, sunt elemente de susținere solicitate la tracțiune. Acestea se fixează cu o extremitate într-o lucrare de construcții a cărei stabilitate trebuie asigurată iar cu cealaltă extremitate se fixează într-un strat de pământ sau într-o rocă stâncoasă.

Ancorajele sunt o soluție improprie pentru unele categorii de teren, cum ar fi: pământurile sensibile la umezire, argilele cu contracții și umflări mari, pământuri mâloase și pământuri cu materii organice.

Cel mai frecvent, sunt utilizate la lucrări de susținere cu caracter temporar (pereți de incintă din palplanșe sau pereți de incintă din panouri de pământ armat) și, mai puțin, la lucrări cu caracter definitiv cum ar fi ziduri de sprijin, radiere generale aflate sub nivelul apei și supuse fenomenului de subpresiune, fundațiile unor construcții înalte pe talpa cărora se dezvoltă eforturi de întindere.

Ancorajele se mai folosesc și la lucrări de stabilizare a versanților sau a unor masive de roci stâncoase fisurate puternic.

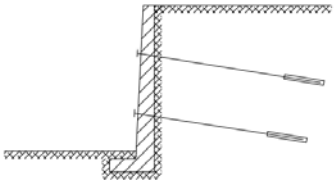


Figura 1.Ancorarea unui zid de sprijin.[1]

3. Tipuri de ancoraje în teren

Ancorajele în teren sunt folosite pentru a asigura suportul unei lucrări de susținere sau pentru a asigura stabilitatea pantelor, excavațiilor și a tunelelor sau pentru a rezista forțelor de ridicare exercitate asupra structurilor prin transmiterea unei forțe de tracțiune unui strat de pământ sau rocă, conform EN1997-1:2004.

Ancorajele în teren sunt elemente structural capabile să transmită forțele de tracțiune aplicate la un strat cu capacitatea portantă necesară.[2]

Schița unui ancoraj în teren este redată mai jos.

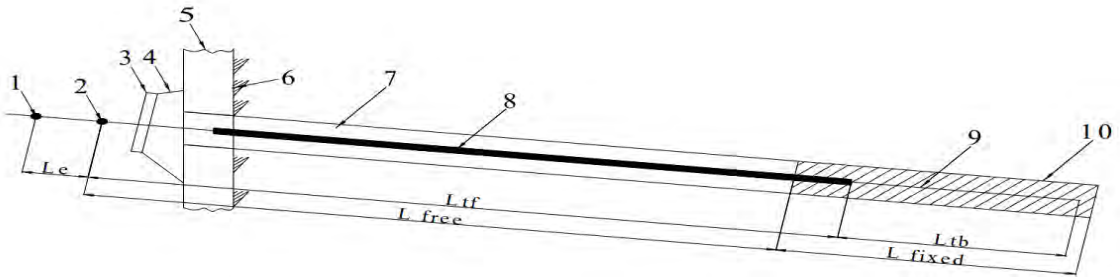


Figura 2. Schița unui ancoraj în teren.[3]

L_e - lungimea armăturii exterioare, de la punctul de fixare în blocaj până la punctul de fixare în presă
L_{free} - lungimea zonei libere a ancorajului
L_{fixed} - lungimea zonei de ancorare a ancorajului
L_{tf} - lungimea liberă a armăturii
L_{tb} - lungimea de ancorare a armăturii
1 - Punct de fixare al armăturii în presă
2 - Punct de fixare a armăturii în capul ancorajuiui în exploatare
3 - Placă de distribuţie
4 - Bloc de transfer a forţelor de întindere
5 - Element structural
6 - Pământ sau rocă stâncoasă
7 -Foraj
8 - Manşon de protecţie împotriva aderenței
9 - Armatură
10 - Corp injectat (bulb)

În funcție de durata de viață ancorajele se clasifică în următoarele două tipuri:[4]
- ancoraje provizorii (temporare);
- ancoraje permanente.

Ancorajele permanente se clasifică la rândul lor în funcție de clasa de importanță a structurii sprijinite cu ancorajul, respectiv, astfel:
- ancoraje de clasă A;
- ancoraje de clasă B.



Figura 3.Parte dintr-un ancoraj după execuție.

4. Studiu de caz- Proiectarea ancorajelor în teren pentru consolidarea zidului de sprijin

Dimensionarea şi verificarea ancorajelor se va face prin metoda stărilor limită (stări limită ale exploatării normale şi stări limită ultime).

În metoda stărilor limită sunt analizate: starea limită ultimă (SLU) şi starea limită de exploatare (SLE, numită şi stare limită de serviciu). Această metodă de calcul are la bază utilizarea de coeficienţi de siguranţă diferenţiaţi, denumiţi coeficienţi parţiali, pentru încărcări, proprietăţile materialelor şi rezistenţe. Aplicarea coeficienților parţiali de siguranţă are avantajul de a putea distribui diferit marja de siguranţă pentru diferiţii parametri care intervin în calcul. În cazul ancorajelor în teren, stările limită trebuie să facă referiri la deplasări excesive sau ruperi care pot privi, pe de o parte, ancorajul propriu-zis (cap de ancorare, armătură, bulb), iar pe de altă parte interacţiunea cu terenul (frecare bulb de ancorare – teren) respectiv cedarea generală a terenului.

Condiţia generală de verificare la starea limită a exploatării normale este ca sub efectul încărcărilor totale de exploatare din gruparea fundamentală, solicitarea pe direcţia ancorajului S_n să nu depăşească efortul de pretensionare din faza finală, adică după consumarea pierderilor.

Starea limită de exploatare se referă la condiţiile care duc la pierderea utilităţii funcţionale a unui component sau a întregii structuri. Aceasta poate fi provocată de deformaţiile terenului sau ale structurii.

Propun astfel, ținând seama de investigarea geotehnică a pământului, amplasarea ancorajelor la partea superioară și centrală a zidului, după cum au fost dimensionate mai jos, respectând prevederile 1997-1 şi SR EN 1997-1/NB, respectiv NP 144/2014.

Caracteristicile geotehnice ale masivului de pământ:

Pentru stratul de argilă mărnoasă ce3nușie cu zone calcaroase având stare fizică între vârtoasă și plastic consistentă, avem: -unghi de frecare interioară: Φ=22 deg

-coeziune: c=25 KPa

Solicitările asupra ancorajului:

- încărcări: E_G = 200 kN (încărcare permanentă)
  E_Q= 75 kN (încărcare temporară)

Calculul ancorajelor conform SR EN 1997-1 şi SR EN 1997-1/NB

A. Gruparea 1: A1 “+” M1 “+” R1

B. Gruparea 2: A2 “+” M1 “+” R4

A.Gruparea A1+M1+R1 (STR, GEO):

Coeficienții parțiali (de siguranță):

A1 γ_G = 1.35
γ_Q = 1.5 (Tabel A.3, SR EN 1997-1)

M1 $\gamma\phi$ = 1 (Tabel A.4, SR EN 1997-1)

R1 γ_{at} = 1.1 (Tabel A.12 RO, SR EN 1997-1/NB)

Diametrul forajului pentru ancoraj (propunere): D = 150 mm
Diametrul nominal al armăturii (propunere): d_a = 4 mm
Un toron (propunere): 7 armături ϕ 4mm
- secţiune nominală toron: $A_{1t}=7\pi\frac{d_a^2}{4}$

A_{1t} = 87,965 mm^2

Forţa de rupere minimă toron: F_{rmin} = 147.150 N
Forţa de curgere minimă toron: F_{cmin} = 122.630 N
Rezistenţa normată a armăturii pretensionate (R_{pn}): $R_{pn}=\frac{F_{c\,min}}{A_{1t}}$

R_{pn} = 1.394x10^3 N/mm^2

Condiţia generală de verificare a ancorajului în teren:

$\mathbf{P_d < R_{ad}}$ (1)

unde,
P_d – valoarea de calcul a solicitării în ancoraj;
R_{ad} – valoarea de calcul a rezistenţei la smulgere a ancorajului.

Verificarea în funcţie de armătura ancorajului (SR EN 1997-1, NP 114)

a) Pentru solicitările corespunzătoare SLU

$P_d < R_{ad1}$,

unde $P_d = \gamma_G E_G + \gamma_Q E_Q$,
$R_{ad1} = f_{tk} A_t / \gamma_a$,
$f_{tk} = R_{pn} / 1.15$
n = 5 (număr de toroane propus)
$A_t = nA_{1t}$
A_t = 439.823 mm^2
γ_a = 1.11
P_d = 420 kN
R_{ad1} = 479.8 kN

420 kN < 479.8 kN (verificare îndeplinită)

b) *Pentru solicitările corespunzătoare SLE*

$P_{dSLE} < R_{ad2}$

unde $P_{dSLE} = E_G + E_Q$ (valorile coeficienţilor parţiali sunt consideraţi unitari)
$R_{ad2}=A_t(\sigma_{pk}-\xi\Sigma k_i)$
$\sigma_{pkadm} = 0.76R_{pn}$

$\sigma_{pk} < 0.76\ R_{pn}$ (NP 114) (2)

unde σ_{pk}- efortul unitar de blocare (efortul unitar transmis armăturii de către dispozitivul de tensionare a ancorajului);

$\sigma_{pk} = \sigma_{pkadm}$ = 1.06x10^3 N/mm^2
ξ = 0.8 (coeficient al pierderii de tensiune din tabel)
$\Sigma k_i = \frac{7}{100}\sigma_{pk} n$
A_t = 439.823 mm^2
P_{dSLE} = 300 kN
R_{ad2} = 335.516 kN

300 kN < 335.516 kN (verificare îndeplinită)

Verificarea în funcţie de bulbul ancorajului (SR EN 1997-1, NP 114)

$P_d < R_{ad3}$ (pentru solicitările corespunzătoare SLU)

unde $P_d = \gamma_G E_G + \gamma_Q E_Q$
$R_{ad3} = N_{2s} / \gamma_a$
$N_{2S} = \pi\ D_{ef}\ z_a\ f_{in}$
$D_{ef} = 2.5D$
z_a = 10.5 m (lungime propusă)
f_{in} = 70 kN/m^2 γ_a = 1.78
(I_c = 0.75 ... 1.0)

P_d = 420 kN R_{ad3} = 484.8 kN

420 kN < 484.8 (verificare îndeplinită)

B.Gruparea A2+M1+R4 (STR, GEO):

Coeficienți parțiali (de siguranță):

A2 γ_G = 1.1

γ_Q = 1.3 (Tabel A.3, SR EN 1997-1)

M1 γ_ϕ = 1 (Tabel A.4, SR EN 1997-1)

R4 γ_{at} = 1.1 (Tabel A.12 RO, SR EN 1997-1/NB)

Diametrul forajului pentru ancoraj (propunere): D = 150 mm

Diametrul nominal al armaturii (propunere): d_a = 4 mm

Un toron (propunere): 7 armături ϕ 4mm

- secţiune nominală toron:

$A_{1t}=7\pi\frac{d_a^2}{4}$

A_{1t} = 87.965 mm2

Forţa de rupere minimă toron: F_{rmin} = 147.150 N

Forţa de curgere minimă toron: F_{cmin} = 122.630 N

Rezistenţa normată a armăturii pretensionate:

$R_{pn}=\frac{F_{c\,min}}{A_{1t}}$

R_{pn} = 1.394x10^3 N/mm^2

Verificarea în funcţie de armătura ancorajului (SR EN 1997-1, NP 114)

a) Pentru solicitările corespunzătoare SLU

$P_d < R_{ad1}$

unde $P_d = \gamma_G E_G + \gamma_Q E_Q$

$R_{ad1} = f_{tk} A_t / \gamma_a$

$f_{tk} = R_{pn} / 1.15$ (3)

unde f_{tk} -rezistenţa caracteristică la întindere a armăturii

A_t -aria toroanelor;

n = 5 (număr de toroane propus)

$A_t = nA_{1t}$

A_t = 439.823 mm^2

γ_a = 1.11

P_d = 330 kN

R_{ad1} = 479.8 kN

330 kN < 479.8 kN (verificare îndeplinită)

b) Pentru solicitările corespunzătoare SLE

$P_{dSLE} < R_{ad2}$

unde $P_{dSLE} = E_G + E_Q$ (valorile coeficienţilor parţiali sunt consideraţi unitari)

$R_{ad2}=A_t(\sigma_{pk}-\xi\Sigma k_i)$

$\sigma_{pkadm} = 0.76R_{pn}$

$\sigma_{pk} < 0.76\ R_{pn}$ (NP 114)

$\sigma_{pk} = \sigma_{pkadm}$ = 1.06x10^3 n/mm^2

ξ = 0.8

$\Sigma k_i = \frac{7}{100}\sigma_{pk}n$

A_t = 439.823 mm^2

P_{dSLE} = 300 kN

R_{ad2} = 335.516 kN

300 kN < 335.516 kN (verificare îndeplinită)

Verificarea în funcţie de bulbul ancorajului (SR EN 1997-1, NP 114)

$P_d < R_{ad3}$ (pentru solicitările corespunzătoare SLU)

unde $P_d = \gamma_G E_G + \gamma_Q E_Q$

$R_{ad3} = N_{2s} / \gamma_a$

$N_{2S} = \pi\ D_{ef}\ z_a\ f_{in}$ (4)

unde N_{2S} - forţa de smulgere determinată prin calcul, pe baza valorilor normate ale caracteristicilor

$D_{ef} = 2.5D$ (diametrul efectiv)
$z_a = 8$ m (lungime propusă)
$f_{in} = 70$ kN/m^2
($I_c = 0.75 ... 1.0$)
$\gamma_a = 1.78$
$P_d = 330$ kN
$R_{ad3} = 369.4$ kN
330 kN < 369.4 kN (verificare îndeplinită)

Asfel, rezultatele calculului ancorajelor în masivul de pământ obținute sunt următoarele:
-pentru *Gruparea A1+M1+R1 (STR, GEO)*
-diametru foraj D=150mm
-diametru armătură d=4mm
-nr. armături/toron-7 buc
-nr. toroane -5 buc
-lungime bulb: z_a=10,5 m
-pentru *Gruparea A2+M1+R4 (STR, GEO)*
-diametru foraj D=150mm
-diametru armătură d=4mm
-nr. armături/toron-7 buc
-nr. toroane -5 buc
-lungime bulb: z_a=8 m

5. Concluzii

Soluția tehnică de consolidare prezentată este bazată pe tehnologii recente care asigură o productivitate sporită, prezintă avantaje din punct de vedere economic, nemaifiind necesar ca zidul de sprijin să fie reconstruit în totalitate. Aceasta este fezabilă din punct de vedere tehnic și, prin analiza făcută mai sus, reprezintă într-adevăr o soluție permanentă pentru realizarea consolidării zidului de sprijin existent, deteriorat și prezintă următoarele avantaje: pretensionarea ancorajelor previne deplasările structurii, ancorajele se pot executa în aproape orice tip de pământ, poate fi redus diametrul piloților și lungimea acestora.

Realizarea ancorajelor în teren trebuie încredințată unei unități de specialitate, cu experientă în execuția acestui tip de lucrări, pentru a nu destabiliza și mai mult lucrarea care necesită consolidare și pentru a realiza lucrări care să permită circulația în condiții de confort și siguranță a participanților la trafic.

Din punct de vedere arhitectural este posibilă menținerea specificului zonei de munte în care se află lucrarea de susținere care necesită consolidare.

Nu în orice situație soluția prezentată reprezintă soluția optimă din punct de vedere al rezistenței, stabilității ori al criteriului economic, însă, poate fi combinată cu alte soluții de îmbunătățire a terenului de fundare, fundații de adâncime pe piloți sau micropiloți verticali/înclinați autoforanți injectați.

BIBLIOGRAFIE

[1] Rezumat-Teză de doctorat-„Sisteme de ancoraje în teren pentru clădiri înalte în zone seismice”
[2] Normativ privind proiectarea geotehnică a ancorajelor în teren, indicativ NP 114-2014
[3] SR EN 1537 – Execuţia lucrărilor geotehnice speciale. Ancoraje în teren, ASRO, Bucureşti, 2004
[4] Normativ privind proiectarea geotehnică a ancorajelor în teren, indicativ NP 114-2014

PERSPECTIVE HIDRAULICE ÎN PROIECTAREA SCĂRILOR DE PEȘTI

Autor

Andreea - Diana I. ȚICALĂ
Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, andreea.ticala@gmail.com

Îndrumător
S.L.Dr. Ing. Marius-Lucian BOTOS
Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, marius.botos@mecon.utcluj.ro

Această lucrare își propune să exploreze evoluția conceptelor și a tehnologiilor în proiectarea scărilor de pești. Punctele cheie ale lucrării includ investigarea dinamicii fluidelor, viteza curentului, gradientul hidraulic și geometria scărilor pentru a asigura accesul optim al peștilor la habitatele lor de reproducere. Prin sintetizarea cercetărilor recente, lucrarea oferă o perspectivă cuprinzătoare asupra acestor tipuri de lucrări precum și o analiza a metodelor de dimensionare hidraulica, evidențiind cele mai comune deficiente in funcționarea lor.

Cuvinte cheie: scară de pești, praguri, zona de intrare/ieșire, deversor.

1. Introducere

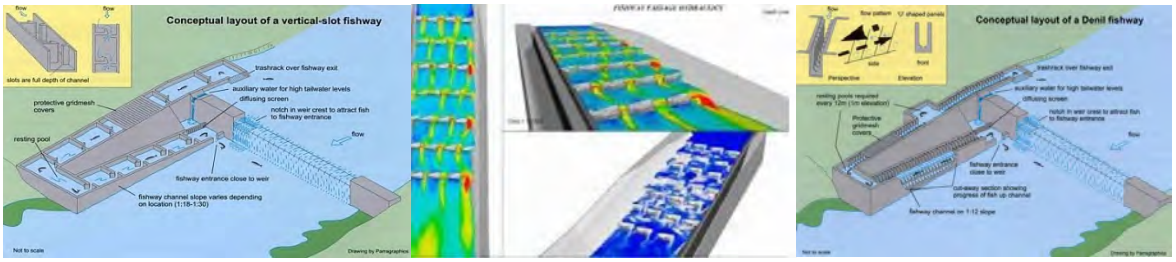
Scările de pești sunt structuri hidrotehnice proiectate și construite în mediul acvatic pentru a permite peștilor să treacă din aval în amonte peste barierele artificiale, cum ar fi barajele sau pragurile, în timpul migrației lor către zonele de reproducere sau de hrănire. Aceste structuri sunt esențiale pentru conservarea și gestionarea resurselor piscicole, deoarece permit peștilor să își îndeplinească ciclul de viață. [1]

Scările de pești sunt proiectate luând în considerare caracteristicile specifice cursurilor de apă în care sunt instalate, inclusiv viteza curentului, adâncimea apei și mai ales speciile de pești prezente [2]. Conform [3] pasajele pentru pești se clasifică în structuri care mimează traversările naturale (”close-to-nature”) – (vezi Figura 1), realizate din pietre, bolovani, lemn cum ar fi canalele de tip bypass, rampe și bazine, dar și structuri tehnice din beton, lemn, materiale plastice sau compozite configurate în diferite forme și dimensiuni, de la scări simple cu trepte până la sisteme complexe de canale și bazine cu apă (vezi Figura 2).

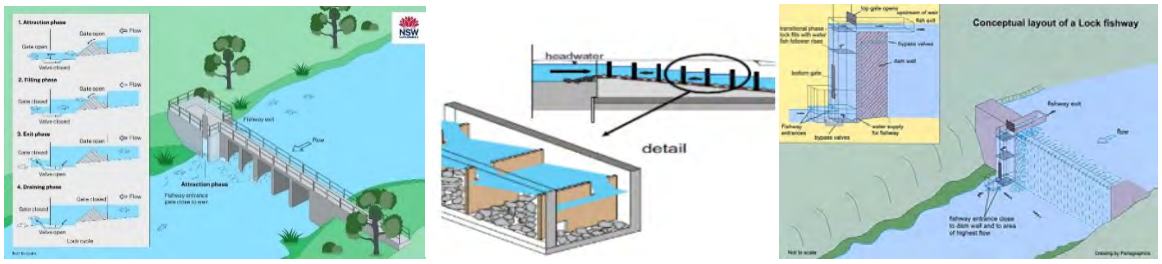


Canale de tip bypass Rampe Bazine

Figura 1. Schițe ale structurilor asemănătoare cu natura [4].



Scări de pești cu fante verticale | Canale de structuri deflectoare | Scări de pești de tip Denil



Lifturi de pești | Scări de pești cu bazine și orificii | Ecluze

Figura 2. Schițe ale structurilor tehnice [5].

Scări de pești cu fante verticale, canale de structuri deflectoare, scările de pești de tip Denil sunt specifice obstacolelor hidrotehnice de înălțimi până la 20 m. Pentru cazul înălțimilor mai mari sunt utilizate scările de pești de tip lift și tip ecluze [6].

În România, cele mai des întâlnite sunt structurile tehnice de tipul scărilor de pești cu bazine și orificii precum și cele cu fante, potrivite speciilor prezente în fauna noastră.

Principiile care stau la baza dimensionării scărilor pentru pești sunt esențiale pentru a permite migrația lor în amonte, asigurând reproducerea și conservarea speciilor. Iată câteva principii de bază:

Scările trebuie să aibă o pantă longitudinală adecvată pentru a permite peștilor să urce fără dificultăți. O pantă prea abruptă poate împiedica peștii să urce, în timp ce una prea lină poate fi dificil de urcat. O înclinare de aproximativ 10-15 grade este considerată potrivită pentru multe specii de pești. [7]

Adâncimea apei în bazinele de liniștire și în scară trebuie să fie suficientă pentru a permite peștilor tranzitarea obstacolului în condiții de înota siguranță. De obicei, adâncimea apei ar trebui să fie de cel puțin 15-30 cm, pentru a permite peștilor să își miște înotătoarele fără dificultăți. [7]

Curentul de apă trebuie să fie suficient de puternic pentru a permite peștilor să urce în scară, dar nu atât de puternic încât să îi împingă în aval sau să le îngreuneze deplasarea. Debitul optim poate varia în funcție de specie și de stadiul lor de dezvoltare.

În literatura de specialitate [8], indicațiile de proiectare pentru scările de pești se concentrează pe mărimea peștilor și funcționalitatea scărilor, și nu pe tipul specific de scară de pești. Aceste indicații iau în considerare trei categorii principale de pești, în funcție de lungimea lor: pești maturi de talie mică (30-100 mm), pentru care suprafața unui bazin ar trebui să aibă dimensiunile de 1,5 m lungime x 1,1 m lățime; pești maturi de talie mijlocie (100-500 mm) pentru care suprafața unui bazin ar trebui să aibă dimensiunile de 2,0 m lungime x 1,5 m lățime; pești maturi de talie mare (500-1000 mm) pentru care suprafața unui bazin ar trebui să aibă dimensiunile de 3,0 m lungime x 2,0 m. În zona de intrare din aval a scării de pești, este crucial să se creeze condiții care să atragă peștii în scară. Aceste condiții trebuie să țină cont de comportamentul specific al fiecărei specii de pești. De exemplu, unele specii de pești sunt atrase de turbulența apei, care poate fi generată de deversarea apei peste un obstacol sau de o structură de barare a cursului. Totuși, peștii vor evita zonele cu turbulență intensă, caracteristice

curenților cu pantă mare și adâncime mică. În schimb, ei vor căuta zone adiacente cu viteze mai mici și turbulență redusă. Condițiile hidrodinamice recomandă ca viteza maximă a apei, exprimată prin pierderea de sarcină hidraulică între două bazine succesive la curgerea prin scara de pești, să fie corelate cu tipul de scară de pești și cu dimensiunea peștilor. De exemplu, pentru scările de pești cu șicane verticale și fante, se recomandă următoarele pierderi de sarcină hidraulică: 0,075 ± 0,015 m pentru peștii cu dimensiuni între 30 și 50 mm; 0,1 ± 0,02 m pentru peștii cu dimensiuni între 40 și 100 mm; 0,165 ± 0,035 m pentru peștii de talie medie și mare. Aceste recomandări sunt esențiale pentru a asigura că viteza apei în scara de pești este optimă pentru speciile și dimensiunile de pești care urmează să folosească scara, facilitând astfel migrația lor fără dificultăți. [8]

Din punctul de vedere al vitezei, în zona de intrare în scara de pești, este important ca vectorii viteză să fie perpendiculari pe secțiunea de intrare. Aceasta previne formarea de vârtejuri sau zone de recirculare care ar putea perturba poziția corpului peștelui și ar putea împiedica intrarea lor în zona de atracție. Condițiile hidraulice în această zonă trebuie să fie la limita sub aspectul vitezei, orientării vectorilor viteză și nivelului de turbulență, atât pentru peștii din amonte, cât și pentru cei din aval. De asemenea, adâncimea minimă recomandată la intrare este de 0,3 m pentru peștii de talie mică și 1 m pentru peștii de talie medie și mare. În zona de ieșire din scara de pești, vectorii viteză trebuie să fie, de asemenea, perpendiculari pe secțiunea de ieșire, asigurând o curgere fără zone de recirculare sau vârtejuri care ar putea împiedica peștii să iasă din scară. Adâncimea minimă din secțiunea de ieșire este de 0,3 m pentru peștii de talie mică și 1 m pentru peștii de talie medie și mare. [8] (vezi Figura 3.)



Figura 3. Poziția peștilor la intrarea în scara de pești: poziția corectă și poziția incorectă [5].

2. Situația în România

Cadrul legislativ din România, asigurat prin legea apei 107/1996 și completat de Ordinul 799/2012, [9] subliniază importanța scărilor de pești pentru protejarea ecosistemelor acvatice și stabilește clarificări referitoare la înălțimea maximă a construcțiilor de baraj la care se impune instalarea acestor scări pentru pești: "înălțimea construcției de barare la captare este mai mare sau egală cu 0,5 m, lucrări de migrare a ihtiofaunei, după caz" ([9], art. 12-litera b.1) și "lucrările de barare a cursurilor de apă mai înalte de 0,5 m vor fi prevăzute cu pasaje de trecere (scări de pești) pentru fauna acvatică migratoare" ([9], art. 12-litera l).

Literatura de specialitate abordează subiectul pasajelor pentru pești mai mult dintr-o perspectivă didactică, prezintând principiile amplasării pasajelor pentru pești și modul de funcționare a diferitelor tipuri de pasaje [10]. Deși menționează necesitatea unei abordări sistemice când vine vorba despre proiectarea scărilor de pești, lucrările nu oferă un ghid proiectanților în care să abordeze toate probleme din acest domeniu, din punctul de vedere al celor mai recente date științifice, de la alegerea amplasamentului și până la monitorizarea pe durata funcționării [11], ceea ce face ca "15% din scările de pești din România să fie nefuncționale" [12].

În următoarele paragrafe va fi prezentată o sinteză a observațiilor asupra scărilor de pești din România, pe cursurile de apă: Buda, Otic, Sebeş, Lupşa, Ucea, Porumbacu, Cârţişoara, Sebeşel conform raportului tehnic. [13].

Rezultatele evaluării asupra stării ecologice din punct de vedere al ihtiofaunei indică o stare moderată sau slabă. Scările de pești de la captările hidroenergetice Buda și Otic sunt proiectate exclusiv pentru păstrăv și nu sunt potrivite pentru alte specii de pești din cauza caracteristicilor lor inadecvate. Pragurile intermediare dintre bazinele scărilor au înălțimi de 0,65 m, ceea ce este mult prea mare pentru a fi depășite de alte specii în afara păstrăvului. Zona de ieșire este foarte îngustă, vitezele înregistrate pe aceste scări variază între 0,66 m/s și 2,07 m/s, valori care sunt prea mari pentru a permite trecerea altor specii de pești (vezi Figura 4).



Figura 4. Zona de intrare și zona de ieșite - scara de pești de la captarea Buda [13].

Scările de pești de la captările AHE Sebeș sunt prevăzute cu bazine cu orificii superioare ale pereților intermediari. Chiar dacă vitezele pe aceste scări de pești nu sunt excesiv de mari, principala lor problemă rezidă în amplasarea în aval a unor praguri suplimentare, având dimensiuni de 30-40 cm, care blochează complet capacitatea speciei *Cottus gobio* de a se deplasa (vezi Figura 5).



Figura 5. Pragurile din avalul captării Sebeș și zona de ieşire din scara de peşti [13].

În ceea ce privește scara de pești de la captarea Lupșa, aceasta are pereți intermediari și fante superioare cu înălțimi relativ mici, aranjate alternativ pe fiecare perete intermediar. Totuși, se află într-o zonă cu probabilitate redusă de prezență a peștilor, din cauza prezenței unor praguri naturale în avalul captării și a debitului scăzut din sectorul respectiv al râului. De asemenea,

intrarea în scara de pești în acest caz nu este adecvată, deoarece este situată la o diferență de nivel față de albia râului (vezi Figura 6).



Figura 6. Scară de pești Lupșa [13].

Scara de pești de la MHC Ucea nu este optimă pentru pasajul speciei *Cottus gobio*. Aceasta are pereți intermediari care formează praguri de aproximativ 30 cm și intrarea în scara de pești se află la o diferență de nivel față de albia râului. În plus, începutul scării de pești (în zona aval) constă într-o rampă fără pereți despărțitori, care ar putea fi potrivită pentru *C. gobio* dacă substratul ar fi diferit (vezi Figura 7).



Figura 7. Scara de pești de la MHC Ucea. Zona de intrare și zona de ieșire [13].

Scara de pești de la captarea MHC Cârțișoara este echipată cu bazine și orificii. Viteza pe scara de pești este relativ mare, dar nu suficient de mare pentru a permite trecerea păstrăvului. O limitare notabilă a acestei scări de pești este reprezentată de zona din avalul ei, unde adâncimea apei este redusă din cauza bolovanilor aflați în albia râului. Albia râului, atât în

amonte, cât și în aval, este caracterizată de diferențe de nivel și cascade ce pot împiedica deplasarea speciei către amonte (vezi Figura 8).



Figura 8. Zona din avalul scării și zona de intrare în scara de pești a MHC Cârțișoara; Zona de ieșire [13].

Scările de pești de la captările Sebeșel I și Sebeșel II întâmpină mai multe dificultăți în asigurarea funcționalității lor. O problemă majoră este prezența în avalul acestor scări a zonelor cu apă extrem de mică, insuficientă pentru a permite trecerea peștilor. De asemenea, scările sunt puternic colmatate cu nisip, pietriș și resturi vegetale (vezi Figura 9).



Figură 9. Zona din avalul captării Sebeşel II și zona de intrare [13].

Scara de pești de la captarea MHC Porumbacu este prevăzută cu bazine şi orificii, însă viteza pe scară este prea mare, în multe situaţii şi pentru păstrăv. La momentul investigaţiilor în teren din vara anului 2019 s-a obervat că ieşirea din scara de peşti era parţial blocată de o scândură, ce avea rol de scădere a debitului de apă ce tranzita scara de pești, însă viteza tot era foarte mare (vezi Figura 10).



Figură 10. Scara de peşti de la captarea Porumbacu și scândura care bloca ieşirea din scara de peşti [13].

Potrivit observațiilor anterioare, putem spune că structurile de tip bypass și cele de tip rampă au oferit rezultate mai favorabile în asigurarea trecerii peștilor. Cu toate acestea, fiecare tip de structură poate fi mai potrivit în funcție de condițiile specifice ale mediului și de speciile de pești țintă. Este esențial să se ia în considerare particularitățile locale și cerințele speciilor de pești în proiectarea și implementarea structurilor de pasaj pentru a asigura o migrație eficientă și sustenabilă a peștilor.

3. Concluzii.

Proiectarea și implementarea scărilor de pești în România se confruntă cu diverse provocări și probleme. Una dintre acestea este adaptarea la speciile de pești. Unele scări sunt concepute exclusiv pentru anumite specii, cum ar fi păstrăvul, și nu sunt potrivite pentru alte specii care ar putea fi întâlnite în râurile românești.

Amplasamentul inadecvat este o altă problemă. Unele scări sunt plasate în zone cu prezență redusă a peștilor, din cauza obstacolelor naturale sau a debitului scăzut al apei. Caracteristicile inadecvate ale scărilor pot face dificilă sau imposibilă trecerea peștilor, cum ar fi înălțimea pereților intermediari sau dimensiunile fantelor.

Existența unor praguri suplimentare în aval poate bloca complet deplasarea anumitor specii de pești sau poate crea condiții periculoase pentru ei. Accesul inadecvat la scările de pești, datorat diferențelor de nivel față de albia râului sau altor motive, poate împiedica peștii să utilizeze eficient aceste facilități.

În totalitatea lor, aceste probleme pot afecta eficacitatea scărilor de pești în facilitarea migrației peștilor și în protejarea diversității biologice a râurilor din România. Este crucial ca aceste aspecte să fie abordate în procesul de proiectare și implementare a scărilor de pești, pentru a asigura succesul și beneficiile lor pe termen lung pentru ecosistemele acvatice din țară.

BIBLIOGRAFIE

1. D. C. Diaconu, *Conectivitatea longitudinală a râurilor. Măsuri structurale*, Târgoviște: Editura Transversal, 2020.
2. Propark – Fundația pentru Arii Protejate, „*Refacerea conectivității longitudinale a râurilor și pârâielor din România*,” Brașov, 2019.
3. ICPDR, „*Guiding Principles on Sustainable Hydropower Development in the Danube Basin*,” Danube Ministerial Conference 2010, 2013.

4. NSW Government, „*Fishways*”. Pagină accesată la 20 mai 2024 la adresa https://www.dpi.nsw.gov.au.
5. Australian Government, „*Fishways of the River Murray*”. Pagină accesată la 20 mai 2024 la adresa https://www.mdba.gov.au/
6. FAO/DVWK, *Fish passes. Design, dimensions and monitoring*, Rome, 2002.
7. Luca, E., *Practici mondiale privind soluţii de asigurare a migrării ihtiofaunei şi posibilitatea aplicării acestora în România, Institutul Naţional de Hidrologie şi Gospodărire a Apelor*, Conferinţa ştiinţifică anuală, 1-3 noiembrie 2011
8. M. M.-C. a. I. S. Justin O’Connor, „*Performance, Operation and Maintenance Guidelines for Fishways and Fish Passage Works*,” 2015.
9. Ordin nr. 799/6.02.2012 privind aprobarea *Normativului de conținut al documentațiilor tehnice de fundamentare necesare obținerii avizului de gospodărire a apelor și a autorizației de gospodărire a apelor*, publicat în M.O./7.03.2012.
10. I. N. d. H. ş. G. a. A. (INHGA), a *Practici mondiale privind asigurarea migrării faunei piscicole şi posibilitatea aplicării acestora în România*, 2011.
11. P. Molnar, *Lucrări hidrotehnice pentru asigurarea continuităţii ecohidraulice a râurilor interioare şi a fluviului Dunărea*, Timișoara: Editura Politehnica – Timişoara, 2014.
12. INHGA, *Studiul privind posibilitatea asigurării conectivității,* 2009.
13. Ministerul Apelor şi Pădurilor, „*Raport tehnic privind evaluarea impactului realizării şi funcționării MHC-urilor care fac obiectul prezentului studiu asupra stării ecologice a corpurilor de apă*,” București, 2019.

Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca
Facultatea de Construcții

Sesiunea Națională de Comunicări Științifice Studențești, ediția a XXII-a
Cluj-Napoca, 17-18 Mai 2024

PREMII

Comisia 3 (CFDP+IUDR+ACH)

Premiul	Numele și prenumele autorului/autorilor	Instituția de învățământ	Titlul lucrării	Îndrumător/ Îndrumători
I	Alex FANEA Sorina DONEA	UTCN Facultatea de Construcții	STUDIU COMPARATIV AL COMPORTĂRII PODURILOR DE TIP NETWORK ARCH	Alexandra DANCIU
II	Florena BORSOSZKI Andrei DRAGUS Lucian DRAGUS Vladislav SANNICOV	UTCN Facultatea de Construcții	DETERMINAREA CAPACITĂȚII ABSORBȚIEI DE ENERGIE A TORCRETULUI ARMAT CU FIBRE DE POLIETILENĂ ÎN CAZUL TORCRETĂRII UNUI TUNEL	Madalina CIOTLAUS Oana GHERMAN
III	Diana-Caterina MĂNESCU Ianis-Laurențiu GURĂU	UOC Facultatea de Construcții	DESPRE COMPORTAREA LOESSURILOR LA SOLICITĂRI MECANICE. TASAREA PRIN POANSONARE	Cornel CIUREA
Mențiune	Ines GEAFAR	UOC Facultatea de Construcții	ANALIZA MODELĂRII HIDRAULICE PENTRU O REȚEA DE ALIMENTARE CU APĂ	Ichinur OMER
Mențiune	Andreea CIUREA	UTCN Facultatea de Construcții	PĂMÂNTURI SENSIBILE LA UMEZIRE	Andor-Csongor NAGY
Premiu Special	Alexandru ION	UOC Facultatea de Construcții	IMPLEMENTAREA UNUI SISTEM DE IRIGAȚII CU FUNCȚIONARE AUTOMATĂ ÎNTR-O AMENAJARE ARHITECTURALĂ PEISAGISTICĂ DIN ORAȘUL CERNAVODĂ, JUD. CONSTANȚA	Mădălina STĂNESCU Constantin BUTA
Premiu Special	R. MĂSTĂCAN D. NICA D. ROMANCIUC B. ȘOROAGĂ	TUIASI Facultatea de Construcții și Instalații	UTILIZAREA DRONELOR ÎN CONSTRUCȚII	M. SCUTARU G. BOACĂ

Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca
Facultatea de Construcții

Sesiunea Națională de Comunicări Științifice Studențești, ediția XXII-a
Cluj-Napoca, 17-18 MAI 2024

Comisia 4

MASURATORI TERETRE SI CADASTRU (MTC)

1. Conf.dr.ing. Sanda NAȘ - presedinte
2. Prof.dr.ing. Joel VEREȘ
3. Conf.dr.ing. Mihai RĂDULESCU
4. Conf. dr.ing. Mircea BONDREA
5. Sef lucrari dr.ing. Raluca GÂLGĂU

ACTIVITATEA TOPO-GEODEZICĂ DESFĂȘURATĂ ÎN EXPLOATĂRILE MINIERE DE SUPRAFAȚĂ. STUDIU DE CAZ: ȚARA SECAȘELOR ȘI MĂRGINIMEA SIBIULUI

Autor
Răzvan-Gabriel I. ALEXE[1*]
[1]*Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, galexe11@yahoo.com*

Îndrumători
Prof. Dr. Ing. Ioel Samuel VEREȘ
Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, ioel.veres@mtc.utcluj.ro
Conf. Dr. Ing. Sanda Marioara NAȘ
Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, sanda.nas@mtc.utcluj.ro

REZUMAT:
Prezenta lucrare descrie pe scurt activitatea de exploatare minieră de nisip, piatră spartă și balast, cu studiul de caz efectuat la perimetrele de exploatare de suprafață din Țara Secașelor și Mărginimea Sibiului, regiuni aflate în Județul Sibiu. De asemenea, în proiect se prezintă rolul exploatărilor miniere în construcții și impactul acestora asupra mediului înconjurător, iar accentul este pus pe contribuția, respectiv pe operațiunile de birou și de teren realizate de către inginerii geodezi pentru buna desfășurare a exploatărilor de suprafață. Topograful este esențial pentru începerea, continuarea și finalizarea execuției exploatărilor miniere, datorită măsurătorilor precise, a trasărilor, a întocmirii și a actualizării planului topografic al zonei în care sunt amplasate perimetrele de exploatare. Astfel, utilizând tehnologia G.N.S.S., inginerul geodez ajută la menținerea conformității dintre situația digitală și realitatea din teren.

Cuvinte cheie: Plan topografic; profil transversal; redevență minieră; perimetru de exploatare; pilier de protecție; volum de stocuri.

1. Introducere:

1.1 Generalități despre exploatările miniere:

Egiptenii Antici au fost printre primele civilizații care practicau exploatarea minieră. Aceștia exploatau diverse materiale și metale prețioase, de la calcar, granit și bazalt pentru construcția consacratelor piramide și temple destinate zeilor și faraonilor, până la extracția de aur din subsol pentru alcătuirea sarcofagelor, bijuteriilor, statuetelor și a altor bogății.

Exploatarea minieră reprezintă procesul de extragere a resurselor minerale și a metalelor din scoarța terestră. În funcție de adâncimea la care se află zăcământul, există: exploatări la zi sau de suprafață și exploatări subterane. Obiectul de studiu al prezentei lucrări este redat de exploatările la zi. La nivel mondial, în fiecare an sunt exploatate miliarde de tone de resurse minerale, lucru care demonstrează importanța mineritului pentru omenire.

Rolul exploatărilor miniere de suprafață este acela de extracție a agregatelor minerale, precum nisipul, pietrișul, balastul, refuzul de ciur sau piatra spartă, ce sunt utilizate în componența construcțiilor civile și industriale, a căilor de comunicație și a lucrărilor de artă. Spre exemplu, extracția de nisip și pietriș este vitală pentru dezvoltarea infrastructurii rutiere și pentru producerea betonului folosit în construcții.

1.2 Desfășurarea exploatărilor miniere de suprafață:

Principalele etape desfășurate în minerit sunt prospecțiunea geologică și exploatarea sau extracția materialului. Prospecțiunea geologică reprezintă totalitatea operațiunilor de teren și de birou efectuate cu scopul descoperirii unui zăcământ de resurse naturale și minerale sau de metale, în subsolul zonei de interes. Informațiile dobândite în urma prospecțiunilor sunt locația, suprafața, adâncimea, grosimea și calitatea zăcământului de material. În mineritul de suprafață, prospecțiunile se realizează prin săparea șanțurilor, ori prin crearea forajelor geologice sau hidrogeologice.

Extracția materialului este exploatarea propriu-zisă și se manifestă periodic, în mai multe faze. Prima acțiune este de pregătire a arealului pentru exploatare, procedură ce presupune îndepărtarea elementelor artificiale și naturale care pun în dificultate exploatarea (vegetație; mlaștini; ape curgătoare sau stătătoare; părți din diverse construcții sau căi de comunicații). A doua activitate este asecarea sau îndepărtarea prin drenaj a apei din roci și din zăcământul în cauză, pentru a-i oferi protecție față de acțiunea pânzei freatice. Al treilea proces este cel de săpare a șanțurilor și / sau a forajelor, care constituie calea de acces de la suprafață către corpul zăcământului. Șanțurile reprezintă de asemenea laturile inițiale pentru excavare și taluzări. Următoarea etapă este decopertarea stratului de roci care acoperă minereul, iar ultima fază este reprezentată de lucrările principale de exploatare propriu-zisă, și de lucrările secundare, cum ar fi alinierea taluzelor sau nivelarea treptelor. Materialul steril care a fost săpat se depozitează / haldează în apropiere sau este transportat într-o altă locație.

După finalizarea extracției tuturor resurselor minerale sau metalice, se trece la refacerea mediului natural în perimetrul de exploatare. Acest proces poate consta ori prin simpla umplere cu pământ, fie în rambleierea perimetrului prin formarea taluzurilor și adăugarea unui strat superior de sol cu vegetație nouă, fie în amenajarea unui iaz sau lac prin inundarea carierei sau balastierei.



Figura 1. Carieră de piatră în extravilanul localității Sălișteîn timpul exploatărilor la zi (stânga) și o balastieră din extravilanul Comunei Orlat, în Mărginimea Sibiului, după refacerea mediului (dreapta)

1.3 Impactul exploatărilor miniere de suprafață asupra mediului înconjurător:

Mineritul influențează în mod negativ mediul înconjurător în toate fazele sale. Exploatarea la zi presupune o serie de procese tehnologice dăunătoare față de mediul înconjurător:

a) defrișarea zonei exploatate;
b) amenajarea drumurilor de exploatare pentru accesul utilajelor și al vehiculelor de transport;
c) amplasarea stațiilor de sortare, a construcțiilor industriale și a anexelor;
d) utilizarea explozibililor în carierele de piatră pentru spargerea zăcământului;
e) formarea gropilor și a haldelor de material steril și de reziduuri prin săpături continue;
f) amenajarea haldelor de material steril și a iazurilor de decantare sau de scurgere a deșeurilor;

g) excavarea propriu-zisă a agregatelor minerale;
h) adunarea resurselor excavate în stocuri.

Această activitate antropică de mare amploare afectează mediul natural prin poluarea aerului, solului și a apelor, dar și prin cea fonică. Atât în timpul exploatării, cât și după finalizarea extracțiilor de resurse minerale, mediul degradat prezintă modificări în aspectul său fizico-geografic, iar vegetația și fauna locală suferă schimbări majore.

Poluarea atmosferei este cauzată de praful și gazele eliberate în urma spargerii rocilor din cariere folosind explozivi, dar și de substanțele toxice care ies la suprafață odată cu extracția agregatelor minerale și care au efect nociv asupra florei și faunei. Poluarea apelor se manifestă în primul rând prin asecarea zăcământului, care scade nivelul pânzei freatice din pricina absorbției apei din zona exploatată. O a doua cauză este aceea a contaminării cu impurități a apelor curgătoare, stătătoare și subterane, care afectează atât ecosistemul acvatic, cât și pe cel terestru. Un ultim impediment este reprezentat de eroziunea solului, care duce la depunerea excesivă a sedimentelor în albia râurilor, alterând cursul apelor curgătoare.

Poluarea solului reprezintă o problemă complexă a exploatărilor miniere și este cel mai întâlnit tip de degradare a mediului natural. Principalele efecte nocive ale exploatărilor la zi asupra solului sunt:

- scăderea calității și fertilității solului, din cauza defrișării și a impurităților;
- transformarea și degradarea peisajului geografic și a reliefului;
- apariția deformațiilor și deplasărilor orizontale și verticale ale suprafeței exploatate, prin acțiunea alunecărilor de teren din halde și a scurgerii apei și a deșeurilor în iazurile de decantare;
- folosirea suprafețelor întinse de teren (la nivel de hectare) exclusiv pentru activitatea de exploatare minieră, lăsând astfel imobilele inutilizabile în alte scopuri pentru perioade îndelungate de timp.

1.4 Moduri de evitare a poluării și deplasărilor în exploatările de suprafață:

În ciuda riscului ridicat de poluare a peisajelor geografice, există soluții plauzibile de protejare a mediului înconjurător de agenții dăunători ai exploatării de suprafață.

O primă alternativă ar fi aceea de a gestiona în mod ecologic și controlat cantitatea de material steril rezultată din excavații, astfel încât să fie folosit în alte scopuri, precum construcția și terasarea căilor de comunicații, construcția barajelor, îndiguirea râurilor și a lacurilor sau umplerea golurilor subterane rezultate în urma mineritului din alte areale exploatate.

În al doilea rând, poluarea aerului poate fi diminuată prin utilizarea unor explozivi ecologici. De asemenea, pentru a reduce orice risc de cutremur în zona carierei, se poate recurge la împușcarea zăcământului prin intermediul unei tehnologii de minimă amplitudine seismică, astfel încât să fie asigurată protecția construcțiilor industriale și civile din apropiere.

Cea mai des întâlnită soluție de evitare a degradării mediului este aceea de refacere a cadrului natural prin reintroducerea vegetației în sol, după finalizarea lucrărilor de exploatare. Pentru a facilita această variantă, se fac cercetări litologice și se iau măsuri pentru stabilizarea solului din punct de vedere fizic, chimic și vegetal, deoarece există numeroși factori care pot influența negativ noua dezvoltare a florei.

O ultimă modalitate de prevenire a poluării și deformațiilor de orice fel în perimetrele de exploatare la zi este aceea de monitorizare în timp a comportamentului taluzurilor, teraselor, haldelor, iazurilor de decantare și a altor zone susceptibile la alunecări de teren, tasări, prăbușiri sau la alte deplasări orizontale și verticale, rezultate în urma exploatărilor miniere. În prezent, este preferată utilizarea senzorilor pentru urmărirea comportării în regim dinamic a reliefului afectat de mineritul la zi. Totuși, nu trebuie exclusă posibilitatea monitorizării folosind

aparatura topo-geodezică, precum stația totală sau tehnologia G.N.S.S., ori prin intermediul mijloacelor fotogrammetrice și de Teledetecție.

2. Rolul inginerului geodez în mineritul de suprafață:

Lucrările topo-geodezice au contribuții extrem de importante în extragerea agregatelor minerale din scoarța terestră, întrucât activitățile de construcții nu se pot desfășura fără aceste resurse, iar exploatarea minieră nu poate fi concepută fără produsele topografice întocmite de inginerii geodezi. Cartografierea și monitorizarea periodică a zonelor de exploatare sau de depozitare reprezintă cele mai frecvente atribuții ale topografului în minerit.

În documentația tehnică de acordare a permisului de exploatare acesta are sarcina de a întocmi partea grafică, ce conține următoarele planșe:

- Planul topografic;
- Profilele transversale și / sau longitudinale;
- Fișa perimetrului de exploatare;
- Procesul verbal de trasare și bornare a perimetrului de exploatare.

Rolul incipient al geodezului este acela de a localiza din punct de vedere digital imobilul în cauză. Topograful se deplasează apoi la fața locului cu scopul de a identifica obiectivul minier în teren și de a executa primele observații. Prin intermediul mijloacelor topo-geodezice și / sau fotogrammetrice, se determină poziția spațială a tuturor detaliilor din teren, într-un sistem de coordonate bine definit și cu precizie ridicată. După efectuarea măsurătorilor pentru deschiderea unui nou permis de exploatare, inginerul geodez trece la etapa de prelucrare și întocmește planul topografic inițial, la o scară corespunzătoare (1:500; 1:1000; 1:2000; 1:5000). Planul topografic descrie locația geografică, dimensiunile și geometria obiectivelor miniere și înconjurătoare, drumurile de acces și de exploatare, curbele de nivel și alte elemente specifice acestui tip de produs cartografic. Planul de situație este apoi transmis către geolog, care definește grafic conturul perimetrului de exploatare, stabilind astfel pilierul de protecție. Pilierul reprezintă zona de siguranță sau porțiunea de zăcământ din împrejurul perimetrului ce nu este supusă excavațiilor, pentru a proteja proprietățile sau construcțiile din apropiere: ape curgătoare și / sau stătătoare; clădiri; căi de comunicații sau lucrări de artă.

Odată ce a primit înapoi planul completat cu proiectarea perimetrului de exploatare de la geolog, topograful realizează profilele transversale și / sau longitudinale, la scară, pe baza conturului poligonal al perimetrului. Profilele transversale și longitudinale sunt desenate pentru a arăta aspectul și trăsăturile inițiale ale zăcământului. Cunoscând situația geometrică a corpului minier înainte de începerea primelor excavații, se asigură determinarea trimestrială a volumului de resurse minerale extrase, de la pornirea exploatării și până la închiderea permisului.

Următorul produs topografic întocmit este fișa perimetrului de exploatare, care are următoarele caracteristici specifice:

a) este realizată la scara 1:25000, în Sistemul de Proiecție Stereografică 1970;
b) conține conturul perimetrului de exploatare și inventarul de coordonate absolute ale punctelor limitei de perimetru;
c) figurează caroiajul rectangular, direcția Nordului și date despre zona exploatată;
d) prezintă curbele de nivel; căile de comunicații; elementele hidrografice și de relief; construcțiile; lucrările de artă, dar și toponimia tuturor acestora.

Ultima anexă grafică realizată de inginerul geodez pentru documentația tehnică de acordare a permisului de exploatare este trasarea și materializarea în teren a limitei perimetrului de exploatare și realizarea procesul verbal de bornare, ce include numerotarea și coordonatele planimetrice absolute ale punctelor limitei perimetrului, respectiv câte o imagine cu fiecare punct materializat. De asemenea, inginerul se mai ocupă cu trasarea forajelor de monitorizare și / sau a forajelor geologice / hidrogeologice. În vederea obținerii autorizației de construire,

necesară amenajării drumurilor de acces, drumurilor de exploatare, stațiilor de sortare și a altor obiective, topograful actualizează documentația cadastrală și planul topografic, pe care le trimite la Oficiul teritorial de Cadastru și Publicitate Imobiliară pentru recepția tehnică a activităților de construcții din zona ce va fi exploatată.

După dobândirea permisului de exploatare și a autorizației de construire, se încep excavațiile și extracția resurselor minerale. În această fază, geodezul are sarcina de a efectua ridicări topografice în interiorul limitei perimetrului, în fiecare trimestru, iar pe baza punctelor de cotă cunoscută măsurate, inginerul actualizează planul topografic și profilele transversale pentru a determina cantitatea de agregate minerale ce au fost extrase în ultimele 3 luni. Folosind volumul de resurse naturale exploatate, se calculează redevența minieră, ce reprezintă valoarea sau costul total al materialului extras în trimestrul respectiv. Tabelul de calcul al redevenței este întotdeauna însoțit de un raport al activității de exploatare, amândouă alcătuind raportul geominier pe acel trimestru. Tot trimestrial, topograful are rolul de a măsura și de a calcula volumele de stocuri de resurse minerale. Fiecare gen de agregat mineral este depozitat separat, în funcție de tip (balast brut; refuz de ciur; piatră spartă) sau de dimensiunile minime și maxime ale unei bucăți (0–4 mm care este nisipul), ori ținând seama dacă agregatul a fost sau nu spart (4–8 mm brut sau 4–8 mm concasat).

În momentul expirării permisului de exploatare sau atunci când toată cantitatea de minereu, raportată de la bun început, a fost extrasă din zăcământ, se închide perimetrul de exploatare prin refacerea mediului natural în zona respectivă, adică prin taluzare și / sau umpluturi de material steril și strat vegetal, ori se amenajează un iaz sau lac în excavația formată prin inundare. La încheierea acestui proces, geodezul efectuează ultima ridicare topografică și întocmește planul topografic și profilele transversale și / sau longitudinale finale.

În afara monitorizării trimestriale a cantităților exploatate de resurse minerale, inginerul topograf este însărcinat cu urmărirea comportării în timp a zonei de excavare a perimetrului, atât înainte, cât și după încetarea activității miniere. Raționamentul acestei proceduri este acela de a monitoriza periodic modificările ce au loc în mediul natural inițial și mai ales în mediul final, respectiv de a ajuta la luarea de decizii privind reducerea impactului negativ al exploatării la zi asupra arealului geografic.

3. Studiu de caz. Activitatea topo-geodezică aplicată în exploatările miniere de suprafață desfășurate în Țara Secașelor și Mărginimea Sibiului din Județul Sibiu:

Studiul de caz a fost efectuat la perimetrele de exploatare situate în Mărginimea Sibiului și Țara Secașelor din Județul Sibiu.



Figura 2. Județul Sibiu împărțit pe regiuni

Ridicările și trasările topografice au fost efectuate exclusiv prin intermediul tehnologiei G.N.S.S. (Global Navigation Satellite Systems), în regim cinematic în timp real (R.T.K. = Real Time Kinematic). Precizia de măsurare a coordonatelor spațiale ale punctelor a fost de aproximativ 1–2 cm.

În cazul unei zone de relief cu numeroase trepte din localitatea Ocna Sibiului, observațiile realizate pe teren pentru deschiderea permisului de exploatare au constat în principal din măsurătorile punctelor de taluz, atât la baza, cât și la partea superioară a fiecărei trepte sau terase. În afara taluzurilor, au fost măsurate în teren următoarele detalii:

- ✓ punctele de cotă cunoscută;
- ✓ punctele reprezentative ale drumurilor (ax; margine; acostament; parapet; șanț trapezoidal pereat; zid de sprijin; cămine de vizitare canal);
- ✓ punctele caracteristice podurilor și podețelor (timpane; lumina; culei; camere de odihnă);
- ✓ punctele liniilor electrice aeriene sau a stâlpilor electrici și de iluminat;
- ✓ punctele apelor curgătoare și stătătoare (cota luciului apei al lacului; marginile pârâului; talvegul; marginile barajului);
- ✓ punctele construcțiilor existente.

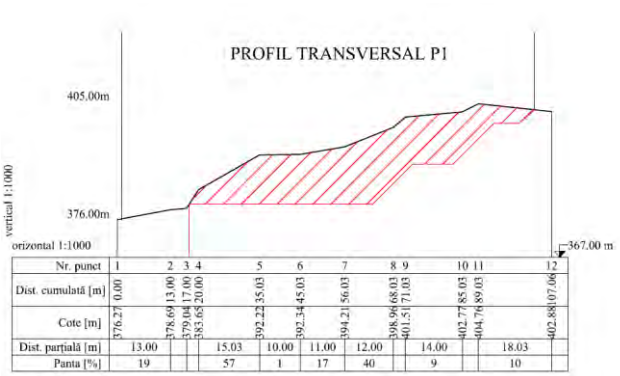
În figurile de mai jos sunt ilustrate amplasamentul terenului al cărui zăcământ de nisip și pietriș va fi exploatat, efectuarea măsurătorilor cu aparatul G.P.S. (Global Positioning System) și planul topografic rezultat în urma prelucrării în AutoCAD și cu ajutorul funcțiilor din programul TopoLT, ce conține atât limita perimetrului de exploatare, cât și profilele transversale. Linia neagră a profilelor arată aspectul suprafeței topografice existente, iar linia roșie dictează adâncimea proiectată de excavare pentru exploatarea agregatelor minerale menționate. Curbele de nivel sunt prezentate într-o altă planșă de plan topografic, pentru un grad ridicat de vizibilitate și lizibilitate a reliefului în trepte.



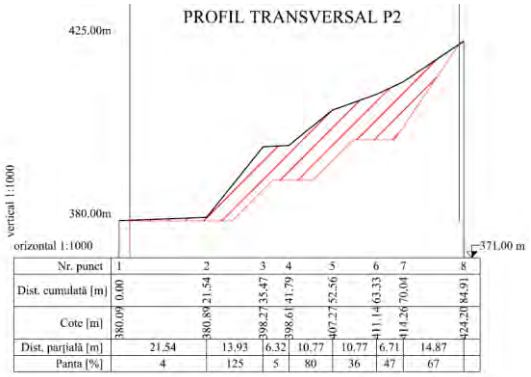
a. Locația pe hartă



b. Poziționarea în teren prin metoda R.T.K.

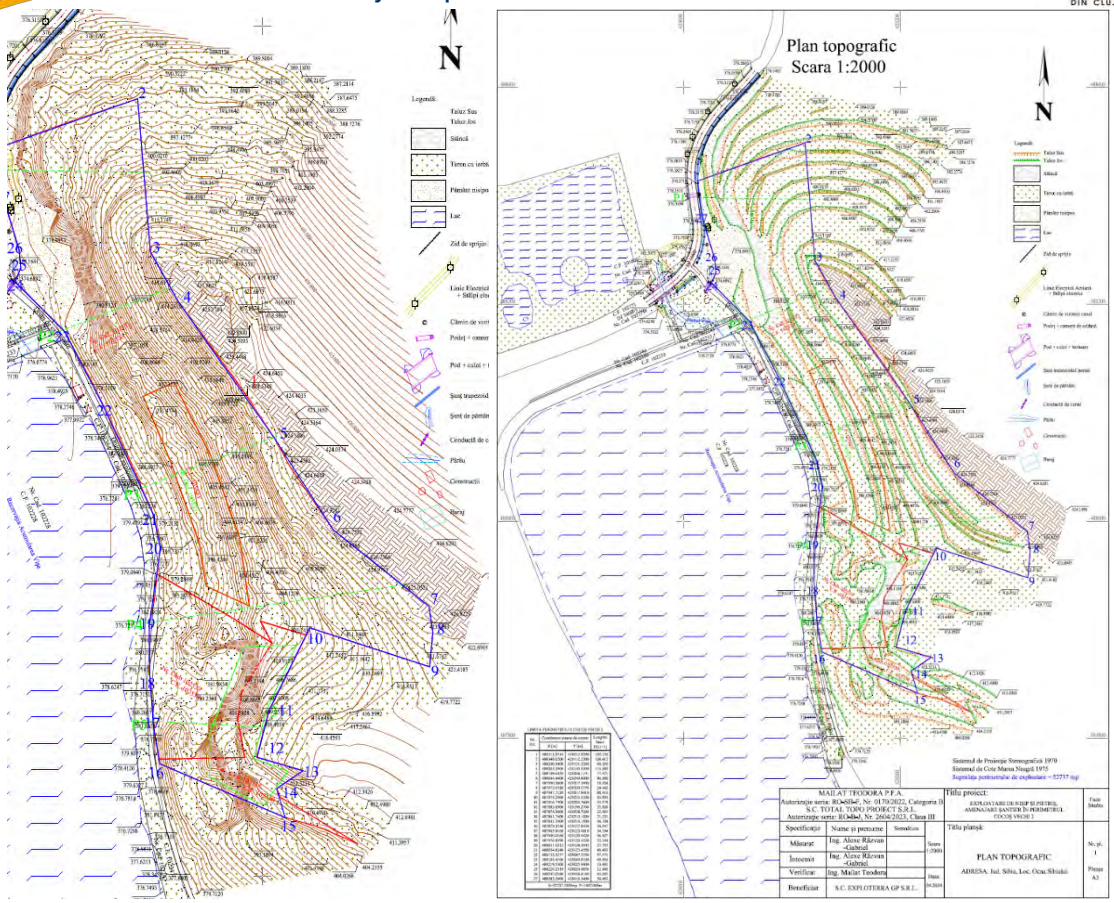


Nr. punct	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Dist. cumulată [m]	0.00	13.00	17.00	20.00	35.03	45.03	56.03	68.03	71.03	85.03	89.03	107.06
Cote [m]	376.27	378.69	379.04	383.65	392.22	392.34	394.21	398.96	401.51	402.77	404.78	402.88
Dist. parțială [m]		13.00			15.03	10.00	11.00	12.00		14.00		18.03
Panta [%]		19			57	1	17	40		9		10



Nr. punct	1	2	3	4	5	6	7	8
Dist. cumulată [m]	0.00	21.54	35.47	41.79	52.56	63.33	70.04	84.91
Cote [m]	380.09	380.89	398.27	398.61	407.27	411.14	414.26	424.20
Dist. parțială [m]		21.54	13.93	6.32	10.77	10.77	6.71	14.87
Panta [%]		4	125	5	80	36	47	67

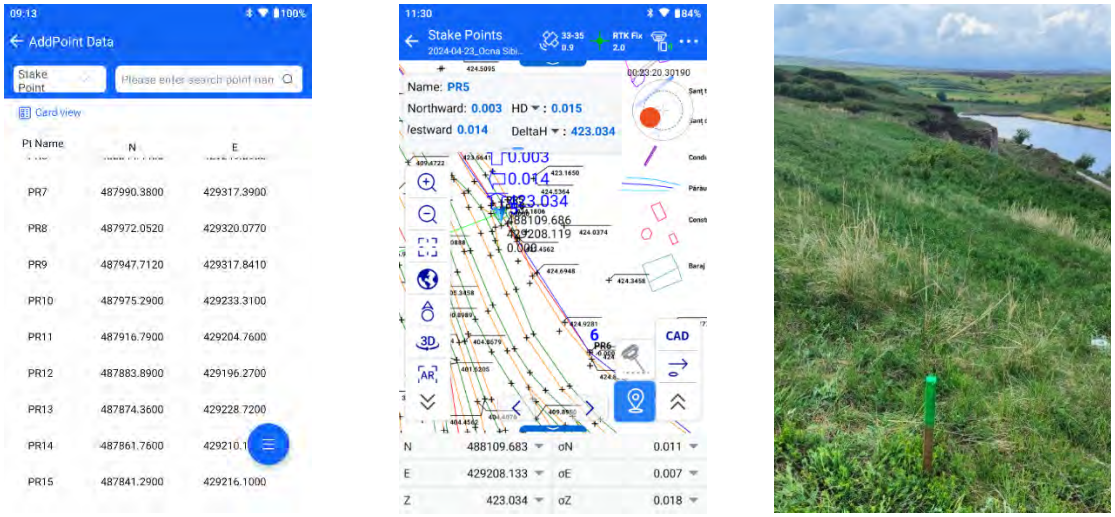
c. Profilele transversale P1 și P2



d. Curbele de nivel e. Planul topografic

Figura 3. Măsurătorile și produsele topografice specifice zonei de exploatat din localitatea Ocna Sibiului

Inventarul de coordonate ale celor 27 puncte ale limitei perimetrului de exploatare este trecut și în fișa perimetrului, alături de harta cu amplasamentul obiectivului minier. După introducerea coordonatelor punctelor în aparatul G.P.S., s-a trecut la trasarea topografică prin funcția Stake Points și apoi la materializarea în teren a conturului acestuia prin țăruși de lemn. Folosind coordonatele și imaginile fiecărui punct, a fost întocmit procesul verbal de bornare.



a. Coordonatele punctelor limitei de perimetru b. Funcția Stake Points c. Materializarea punctului

Figura 4. Trasarea topografică a punctelor limitei perimetrului de exploatare

Un caz concret de perimetru aflat încă în proces de exploatare este situat în extravilanul Comunei Cristian. Prima etapă a constat în efectuarea măsurătorilor de puncte de cotă cunoscută, ca mai apoi să se întocmească planul de situație și să se realizeze profilul care

traversează porțiunea de perimetru ce se exploatează în trimestrul respectiv. Următorul pas a fost acela de determinare a volumului de nisip și balast extras în ultimele 3 luni, pe baza suprafeței exploatate și a diferenței de nivel de la ultima raportare. Astfel, s-a calculat redevența minieră pe trimestrul IV din anul 2023, iar în final a fost completat raportul geominier.

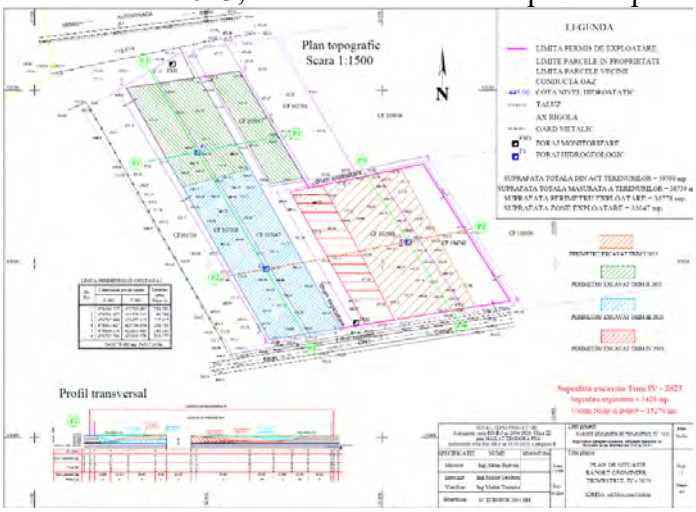


Figura 5. Planul topografic și profilul transversal întocmite pentru raportul geominier pe trimestrul IV din 2023

Volumele de stocuri se determină eficient prin raportarea punctelor măsurate în AutoCAD și prin crearea a două modele 3D în TopoLT – unul pentru toate punctele (suprafața de sus) și celălalt pentru punctele situate la baza grămezii de agregat (suprafața de jos). Astfel, volumul este calculat între cele două suprafețe limitrofe. Programul oferă și posibilitatea de vizualizare a volumului stocului. Un bun exemplu se regăsește într-un depozit din Comuna Șelimbăr.

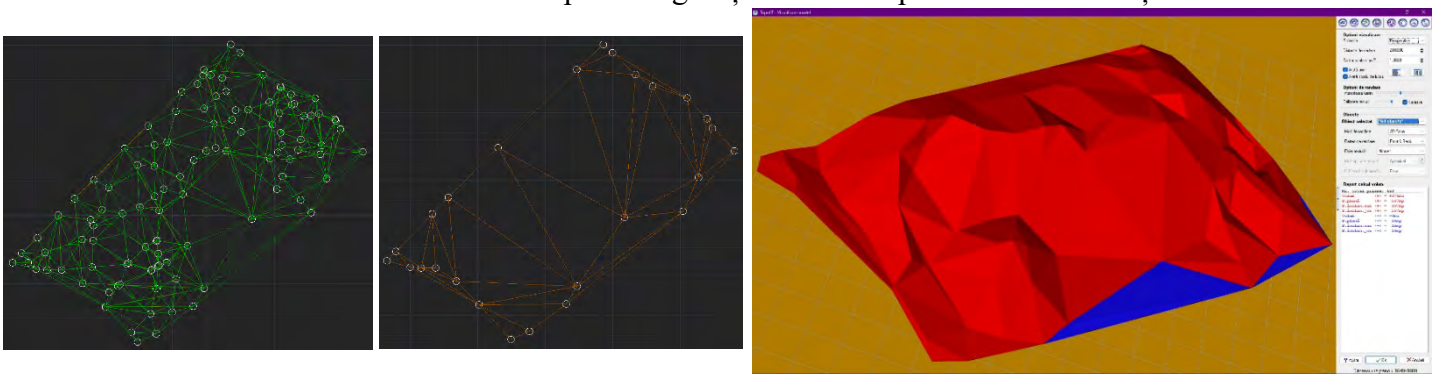


Figura 6. Calculul volumului unui stoc de nisip. Suprafața de sus are culoarea verde, iar cea de jos este maro

4. Concluzii:

Geodezul are un impact major asupra mineritului la zi. Trasările și ridicările topografice actualizează periodic și în mod precis situația din teren a zonelor supuse exploatărilor, atât din faza prospecțiunilor geologice, continuând cu deschiderea perimetrului, apoi cu extracția agregatelor minerale și închiderea permisului, cât și după finalizarea activității miniere, adică în timpul refacerii mediului. Prezenta lucrare poate fi completată în viitor de un studiu de monitorizare topo-geodezică, aplicat la terenurile destinate exploatărilor și pentru a urmări schimbările factorilor de mediu, pe care le suferă peisajele geografice din cauza mineritului.

BIBLIOGRAFIE

1. Vereș I. *Măsurători subterane,* Note de curs, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, 2022-2023
2. Tarnovski C., Corlăteanu N. *Exploatări miniere de suprafață*, Universitatea Tehnică a Moldovei, 2007
3. Bondrea M. *Geodezie spațială și G.P.S.*, Note de curs, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, 2021-2022
4. Fodor D. *Influența industriei miniere asupra mediului*, Buletinul A.G.I.R. Nr. 3 / 2006
5. Naș S. *Topografie generală*, Note de curs, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, 2020-2021
6. https://www.elearning-chemistry.ro/rosnet2/news/efectele-mineritului/

ASPECTE PRIVIND INFLUENȚA TEHNICILOR TOPOGRAFICE LA OPTIMIZAREA LUCRĂRILOR DE INFRASTRUCTURĂ PRIN INTEGRAREA SISTEMELOR GNSS PE ECHIPAMENTE

Autor/autori
Astrid-Andreea T. BACHMAN[1], Mirela-Diana L. GIURGI[2]
[1]*Facultatea de Construcții,Universitatea Tehnica din Cluj-Napoca, astridbachman77@gmail.com*
[2]*Facultatea de Construcții,Universitatea Tehnica din Cluj-Napoca, mirela.giurgi84@yahoo.com*

Îndrumător/îndrumători
Conf. dr. ing. Sanda Mărioara NAȘ
Facultatea de Construcții,Universitatea Tehnica din Cluj-Napoca, sanda.nas@mtc.utcluj.ro

REZUMAT:

În domeniul construcțiilor, integrarea sistemelor GNSS pe utilajele de teren este considerată o inovație esențială, aducând cu sine beneficii semnificative în ceea ce privește optimizarea proceselor și îmbunătățirea preciziei în realizarea proiectelor de infrastructură.

Prezenta lucrare se focusează pe analiza avantajelor oferite de aceste tehnologii în contextul industriei construcțiilor, concentrându-se pe aspecte tehnice fundamentale. Incorporarea software-urilor specializate, precum Trimble Business Center și AutoCAD, împreună cu echipamentele avansate, instalate pe utilajele dotate cu sistem de navigație globală prin satelit, facilitează pregătirea datelor și crearea modelelor 3D necesare pentru utilizarea eficientă a sistemelor GNSS, garantând atât eficiență, cât și precizie în procesele de construcție.

Implementarea topografiei digitale și a sistemelor GNSS pe utilajele de construcții aduce cu sine beneficii semnificative, precum reducerea erorilor umane și optimizarea costurilor și timpului de finalizare a proiectelor. Aceste tehnologii reprezintă fundamentul progresului în industria construcțiilor, contribuind la eficientizarea proceselor și la succesul proiectelor de infrastructură, cu un accent deosebit pus pe eficiență și durabilitate.

Cuvinte cheie: infrastructură , topografie digitală , modele 3D, sistem de navigație globală , software .

INTRODUCERE

În era tehnologiei avansate, industria construcțiilor adoptă soluții inovatoare pentru a maximiza eficiența și precizia în implementarea proiectelor de infrastructură. Printre acestea, sistemele GPS integrate pe buldozere și excavatoare devin componente indispensabile.

Prezenta lucrarea se concentrează pe beneficiile aduse de aceste sisteme în construcții, evidențiind impactul lor asupra accelerării proceselor de lucru, reducerea erorilor umane și optimizarea costurilor. Această cercetare se axează pe optimizarea activităților de infrastructură în cadrul construcției unui drum expres ce va realiza conexiunea dintre Autostrada A3 (zona Turda) și Drumul Național DN1 (zona Tureni). Obiectivul proiectului constă în îmbunătățirea eficienței operațiunilor de săpătură, taluzare și trasare ax-ampriză prin integrarea sistemelor GPS, contribuind astfel la implementarea eficientă a proiectului de infrastructură rutieră.

Date referitoare la amplasamentul obiectivului

Drumul expres traversează comuna Tureni, situată la limita vestică a Bazinului Transilvaniei la contact cu Munții Apuseni.Scopul fundamental al acestui drum expres constă în ameliorarea congestionării traficului, oferind o conexiune eficientă atât cu Autostrada A3, cât și cu Drumul Național DN1.

STUDIU DE CAZ

Prezenta lucrare cuprinde date referitoare la lucrările topografice efectuate cu ajutorul tehnologiei GNSS în vederea realizării lucrării de infrastructură a drumului expres. Astfel, am stabilit o statie GNSS Trimble R750 (bază rover) într-un loc cu coordonate cunoscute și stabile determinate cu GPS-ul în zona proiectului. Folosirea acestei baze ne-a ajutat sa reducem timpul alocat măsurătorilor manuale și totodată să dispunem de toate informațiile necesare prelucrarii datelor pentru a întocmirea modelelor 3D și implementarea acestora în utilaje.

Descrierea instrumentelor utilizate

În contextul realizării acestei lucrări am utilizat următoarea aparatură : bază rover Trimble R750, GPS-ul Trimble SPS986, receptoare GNSS și unități de control specializate .

Bază rover Trimble R750



Fig.1 Bază rover Trimble R750 (sursă proprie)

Baza Trimble® R750 este un receptor GNSS utilizat pentru a furniza corecții precise în timp real pentru alte echipamente GNSS de pe șantier. Aceasta poate emite corecții prin tehnologii precum RTK, VRS sau RTX. Dispune de o antenă GNSS integrată și înregistrează datele GNSS pentru analize ulterioare sau transfer către alte dispozitive. [1]

GPS-ul Trimble SPS986



Fig. 2 GPS-ul Trimble SPS986 și controlerul

GPS-ul Trimble SPS986 este un receptor GNSS de înaltă precizie utilizat în construcții și topografie. Principalele caracteristici includ: recepționarea semnalelor de la multiple constelații GNSS pentru o poziționare precisă; precizie înaltă pe ambele axe, orizontal și vertical; tehnologii avansate de corecție pentru furnizarea de corecții precise în timp real; design robust și rezistent, certificat pentru condițiile de lucru din șantier. [2]

Receptoare GNSS



Fig.3 Receptoare GNSS

Receptoarele GNSS instalate pe excavatoare și buldozere sunt dispozitive specializate care permit determinarea precisă a poziției acestor utilaje în timp real, folosind semnalele sateliților GNSS (cum ar fi GPS, GLONASS, Galileo, etc.). Aceste receptoare sunt integrate în sistemul de control al utilajului și permit ghidarea și controlul precis al mișcărilor acestora în cadrul lucrărilor de construcții și nivelare a terenului. Astfel, aceste receptoare joacă un rol crucial în optimizarea eficienței și precisiei operațiunilor pe șantier. [3]

Baza rover și receptorul GNSS de pe utilaje comunică prin intermediul unei legături radio sau, în anumite cazuri, prin intermediul rețelei de internet. Această comunicare este esențială pentru transmiterea datelor în timp real de la baza rover la utilaje.



Fig.4 Unitate de Control Specializată (sursă proprie)

Utilajele sunt echipate cu unități de control specializate care primesc și interpretează datele de la receptorul GNSS, oferind comenzi precise pentru a ghida mișcările excavatoarelor în conformitate cu specificațiile proiectului.[4]

Pregătirea operațiunilor și culegerea datelor din proiect

În vederea efectuării operațiunilor de prelucrare a datelor, am realizat o analiză detaliată și riguroasă a proiectului cu scopul de a crea modele 3D ce vor fi ulterior integrate în utilaje.

Pentru a crea un model 3D care poate fi integrat în unitatea de control a utilajului, am colectat inițial datele din proiect. Ulterior, am folosit un fișier de calibrare realizat cu ajutorul programului specializat Trimble Business Center elaborat pentru întregul șantier al drumului expres în procesul de prelucrare a datelor. Acest fișier de calibrare a fost apoi transferat în utilaj pentru a obține corecții diferențiale de la baza rover, având în vedere că echipamentul instalat pe utilaj nu dispune de coordonate Stereo '70.

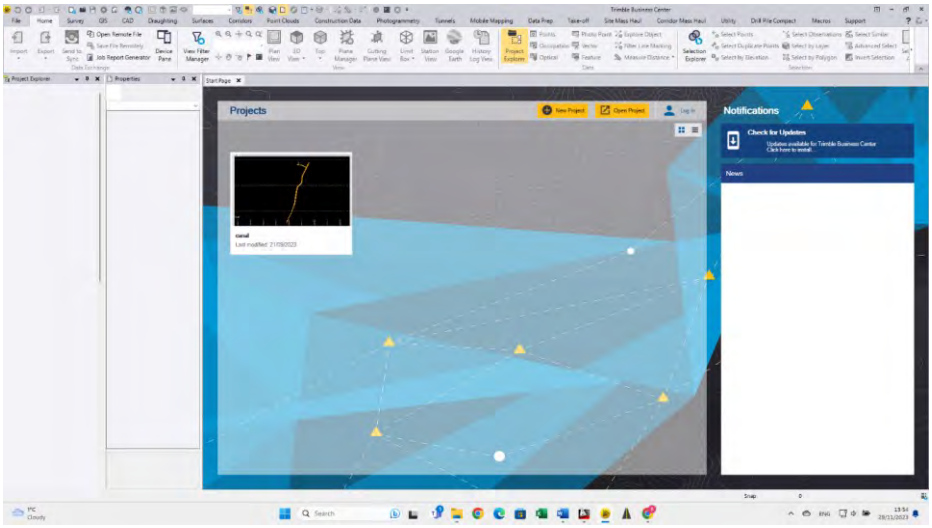
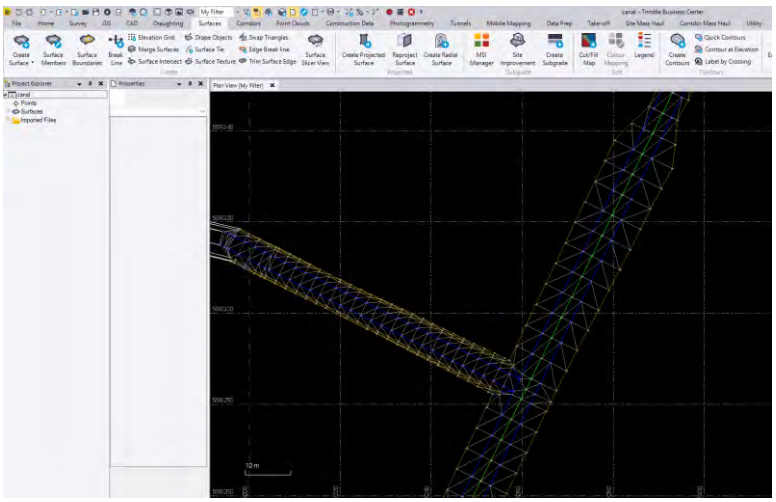


Fig 5. Interfata Trimble Business Center (sursă proprie)

În continuare, după finalizarea creării fișierului de calibrare, pasul următor a fost realizarea modelului 3D. În Trimble Business Center se importă fișierul cu extensia .dxf, fișier , care conține poliliniile 3D cu toate elementele necesare executării suprafeței proiectate, după care din meniul programului se accesează => meniul “Surfaces” => submeniul “Create Surface” => OK .



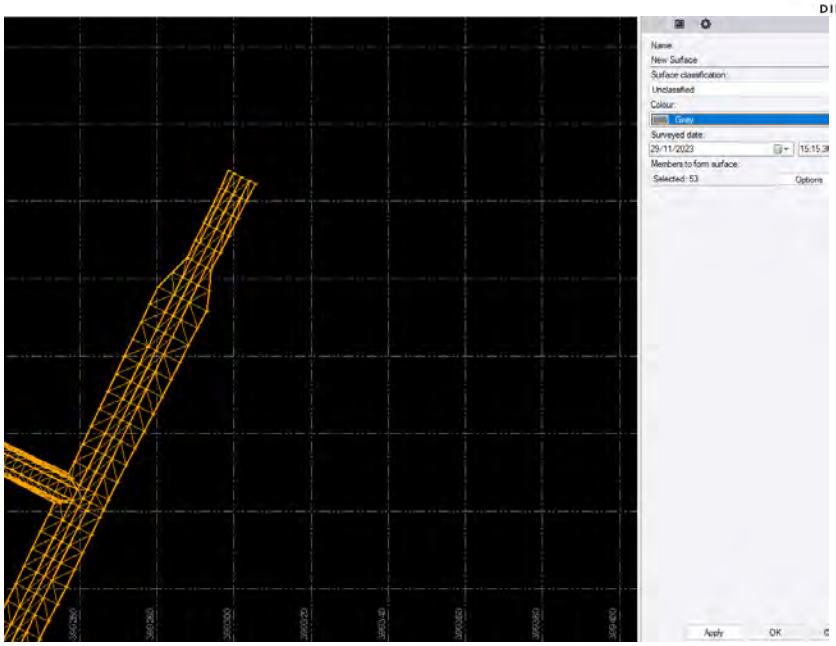


Fig 6. Crearea suprafetei in TBC (sursă proprie)

Pasul următor constă în crearea modelului în Trimble Business Center. Programul generează linii de triangulație care trebuie eliminate pentru a curăța modelul.Aceasta eliminare se face din meniul Surfaces => submeniul Trim Surface Edge unde se selecteaza liniile de triangulatie care nu sunt utilizate si se curata modelul. (Fig. 7).Dupa curatarea modelului, se exporta fisierul, din meniul =>Home => Export => unde se deschide o fereastra in partea stanga a ecranului care contine informatii referitoare la formatul fisierului,tipul modelului, suprafata si harta grafica.Formatul fisierului ales pentru exportarea fisierului este Machine Job Site Design Exporter iar harta grafica este reprezentata de extensia .svl si .svd , extensii generate de catre program iar din meniul File se salveaza proiectul.

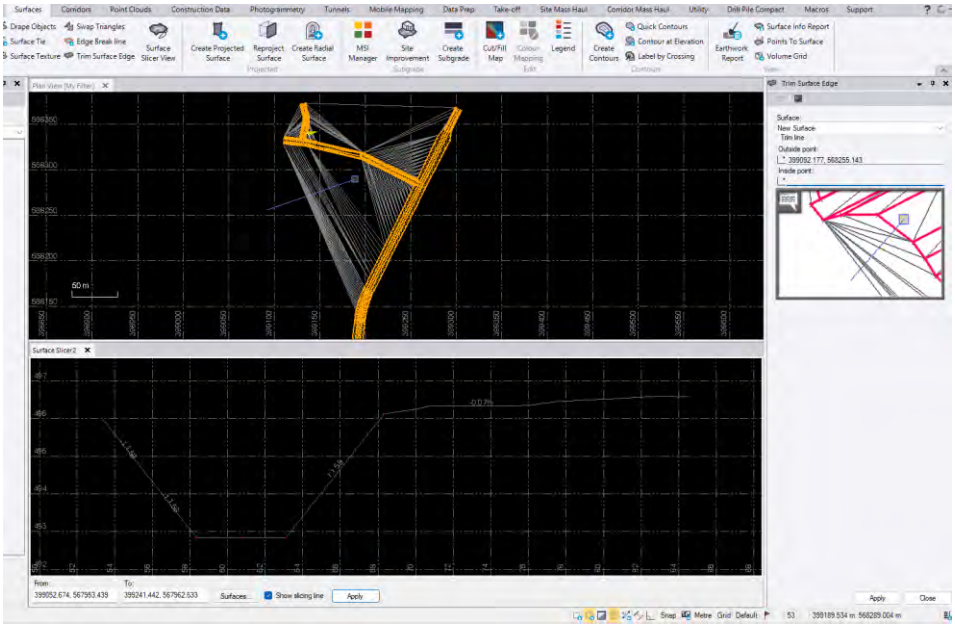


Fig.7 Functia Trim Surface Edge (sursă proprie)

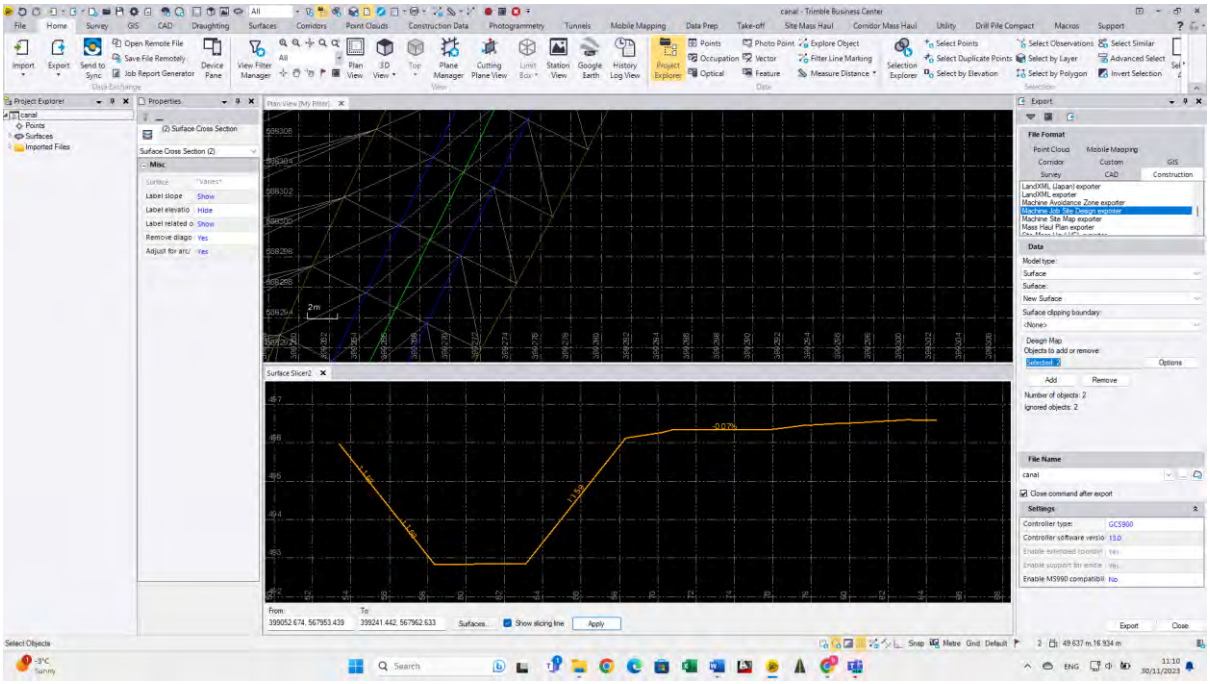


Fig.8 Exportarea fișierului (sursă proprie)

Dupa salvarea proiectului cu ajutorul programului Trimble File Flipper se importa fisierul din browser-ul calculatorului si se efectueaza urmatoarele etape necesare specifice integrării modelului 3D in excavator :

- **Etapa I**

Se deschide programul si se importa fisierul din browser

- **Etapa II**

Se importa fisierul cu extensia .svd

- **Etapa III**

Se alege design-ul utilizat de catre excavator, mai exact Earthworks

- **Etapa IV**

Urmatorul pas este crearea unui priect nou in File Flipper

- **ETAPA V**

Se intocmeste numele proiectului care va fi importat in utilaj

- **ETAPA VI**

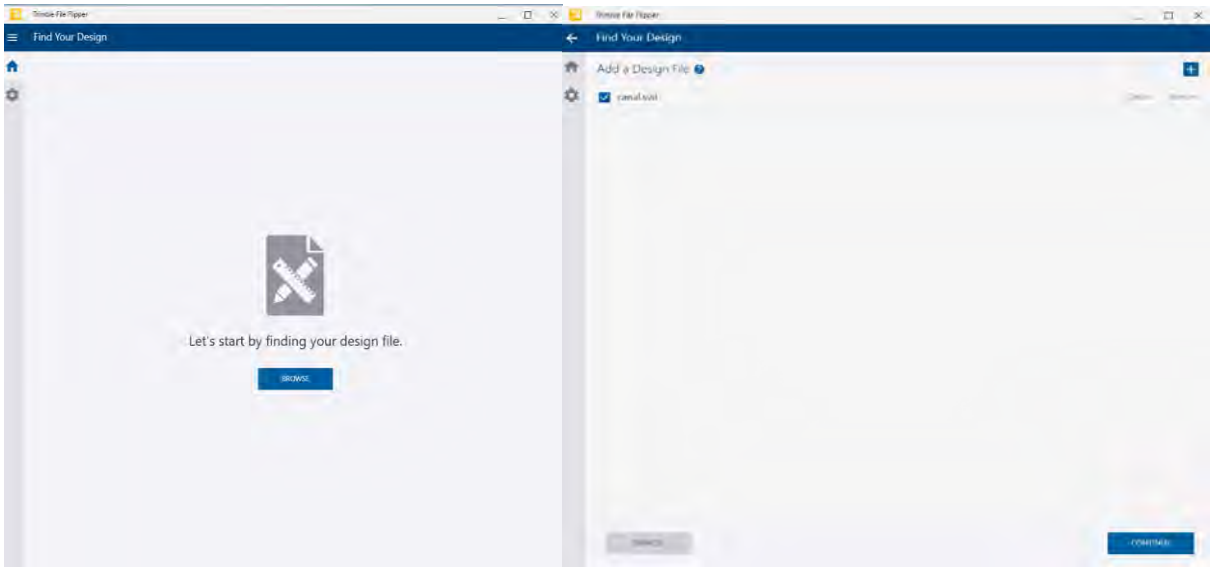
Utilizarea sistemului GPS

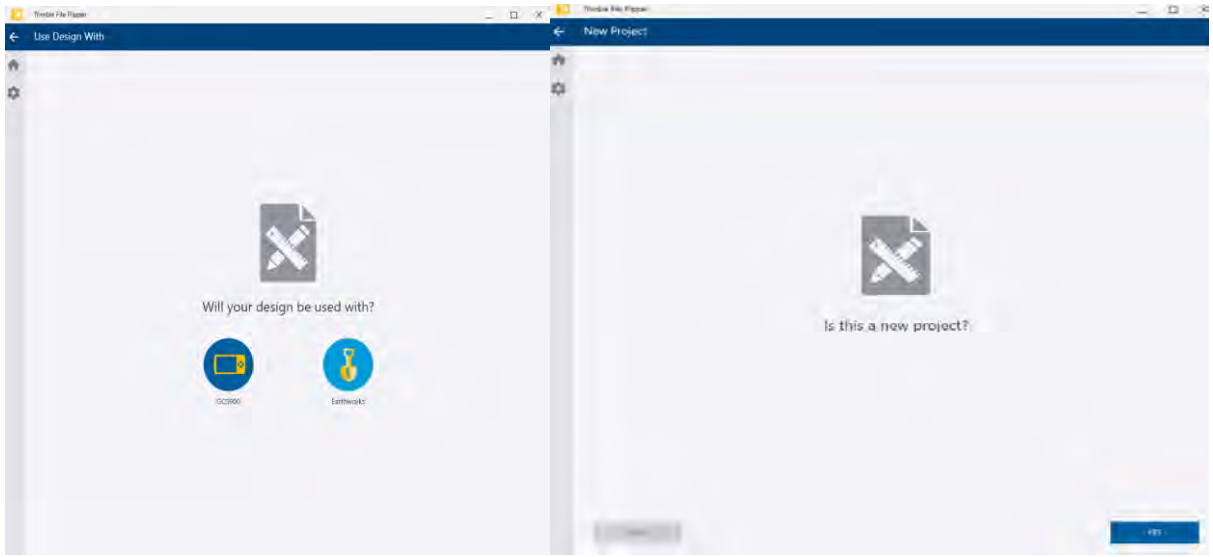
- **ETAPA VII**

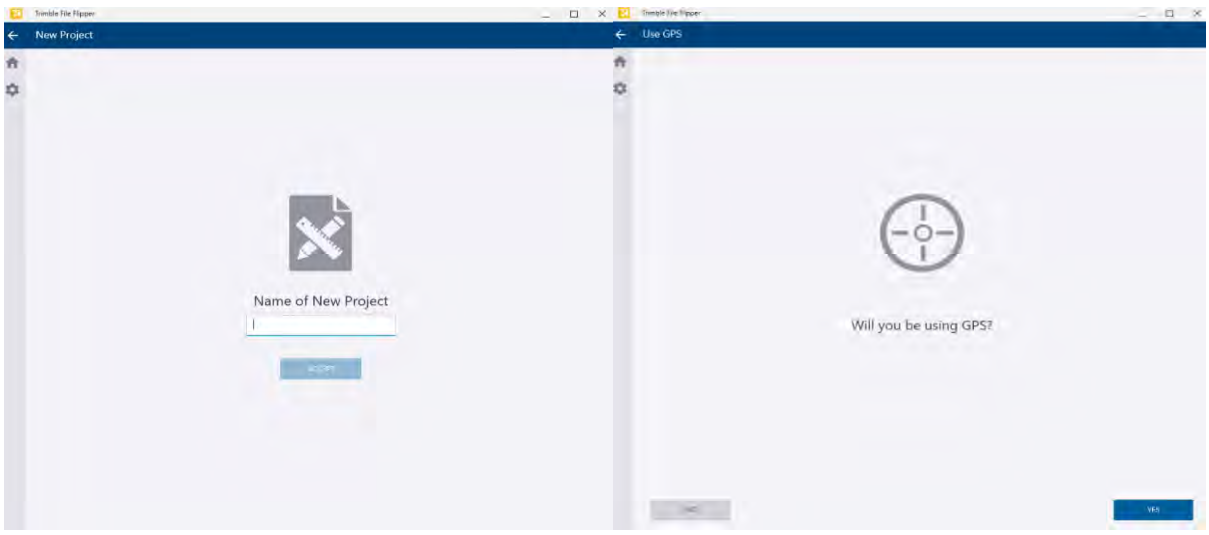
Tipul de calibrare selectat constă într-un sistem local de calibrare și este reprezentat de fișierul cu extensia ".cal" => Local Site Calibration

- **ETAPA VIII**

După finalizarea Etapei VII, fișierul rezultat este salvat, generând automat un dosar denumit "Project Library". Acest dosar conține toate datele esențiale necesare pentru importarea modelului 3D în echipamentul corespunzător







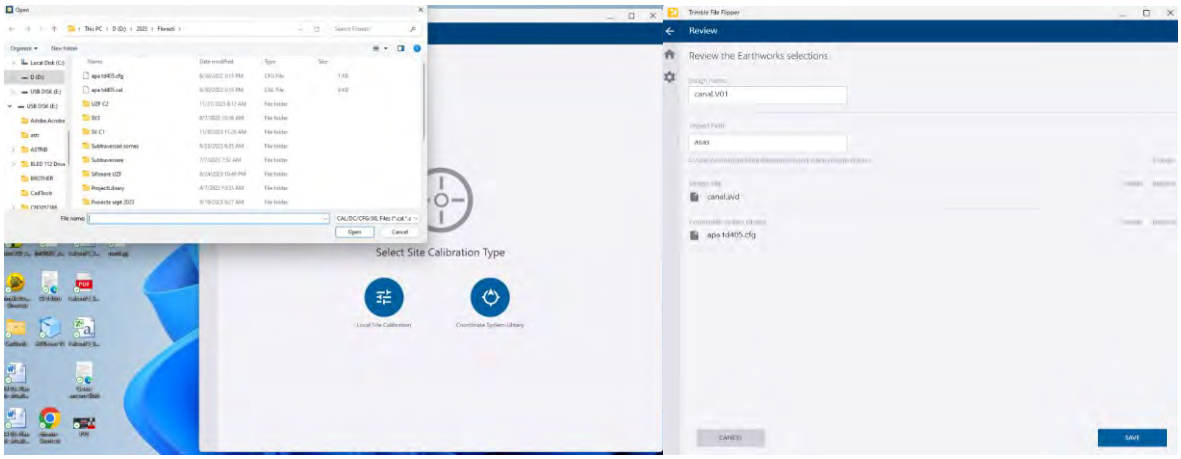




Fig.9 Etapele necesare (sursă proprie)

În contrast cu pașii menționați anterior, integrarea modelului 3D pe buldozer este mult mai facilă și rapidă. Aceasta implică salvarea proiectului și crearea unui director cu numele utilajului, specificațiile dorite și fișierele de calibrare asociate, având extensiile .cal și .cfg

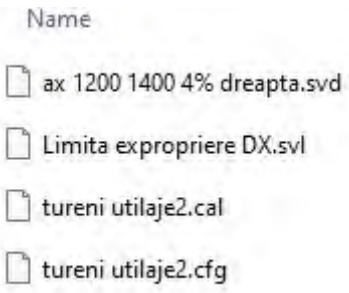


Fig.10 Conținutul fișierului (sursă proprie)

❖ **ETAPA IX**

Iar în final, ultima etapă presupune transferul modelului 3D în utilaje prin intermediul unui dispozitiv de stocare USB.

CONCLUZII

Integrarea sistemelor GNSS pe echipamentele de construcții reprezintă un pas esențial în direcția optimizării lucrărilor de infrastructură. Tehnicile topografice, împreună cu aceste sisteme avansate, contribuie la îmbunătățirea eficienței, preciziei și controlului în realizarea proiectelor. Prin utilizarea lor, erorile umane sunt reduse, iar costurile și timpul necesar finalizării proiectelor sunt optimizate. Astfel, integrarea sistemelor GNSS pe echipamente reprezintă o soluție strategică pentru eficientizarea proceselor de construcție și pentru obținerea rezultatelor de succes în proiectele de infrastructură.

BIBLIOGRAFIE

1. Manual de utilizare Trimble R750 GNSS RECEIVER
2. Manual SPS986 GNSS SMART ANTENNA
3. "GNSS for Vehicle Control" de Sören Winkel și Hans-Jürgen Euler
4. Manualul de utilizare Trimble Earthworks
5. "Principles of GNSS, Inertial, and Multisensor Integrated Navigation Systems" de Paul D. Groves
6. "Fundamentals of Global Positioning System Receivers: A Software Approach" de James Bao-Yen Tsui
7. "Digital Terrain Modeling: Principles and Methodology" de Zhilin Li și Jiaping Wu

COMPARAȚIE ÎNTRE APARATURA GNSS ȘI STAȚIA TOTALĂ ÎN TRASAREA REȚELELOR EDILITARE DE CANALIZARE

Autor/autori
Patrick Gabriel BOB
Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, bobpatgab@gmail.com

Îndrumător/îndrumători
Conf. Dr.Ing.Sanda NAȘ
Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Sanda.Nas@mtc.utcluj.ro

REZUMAT:
În această lucrare se va face o comparație între metodele de trasare clasice, efectuate cu aparatură de tip stație totală, și metodele de trasare efectuate cu aparatură de tip GNSS, pentru a determina diferențele dintre acestea, dar și metodele și aparatura optimă pentru trasări de rețele edilitare de canalizare.

*Cuvinte cheie:*stație totală, tehnologie GNSS, precizie, trasare

1. Introducere

Proiectele de construcții necesită mai multe operațiuni pentru a fi aplicate în teren. Din punct de vedere topografic, punerea în teren a elementelor din proiect se va face prin operațiuni de trasări topografice, însă înainte de a începe trasarea propriu-zisă trebuie realizată etapa de pregătire topografică a proiectului. Această etapă cuprinde:

- Crearea rețelei topografice de trasare, care va fi alcătuită din puncte de coordonate cunoscute, materializate în teren prin borne sau țăruși.
- Selectarea metodelor de trasare a punctelor, în funcție de situația existentă de teren, anvergura proiectului, și a cerințelor beneficiarului.
- Alegerea instrumentelor și tehnologiilor de măsurare, în funcție de capabilitățile aparaturii disponibile, dar și a cerințelor beneficiarului.
- Determinarea elementelor ce urmează să fie trasate, atât în plan vertical cât și orizontal, prin transformarea elementelor date în proiectul de execuție în elemente topografice, cum ar fi: coordonate, distanțe, unghiuri, cote, diferențe de nivel, etc. prin metode de calcul.
- Determinarea preciziei necesare pentru trasarea elementelor topografice anterior calculate.

Așadar, pentru a determina metodele și instrumentele optime pentru lucrarea studiată, respectiv execuția unei rețele edilitare de canalizare, se va face o comparație între metodele clasice de trasare, realizate cu stația totală, și metoda cinematică, realizată prin tehnologie GNSS, punând în evidență avantajele și dezavantajele acestora.

2. Studiu de caz

2.1 Trasarea cu stația totală – Metoda Coordonatelor Polare Duble

Metoda coordonatelor polare este o metodă des utilizată în trasarea punctelor. Metoda constă în trasarea unei distanțe orizontale și a unui unghi orizontal pentru fiecare punct trasat, față de o bază de trasare formată din puncte cu coordonate cunoscute. Principiul coordonatelor polare stă la baza

trasărilor cu instrumente moderne ca și stația totală, deoarece măsurarea distanțelor este facilitată de modulul EDM.[1]

În cazul metodei coordonatelor polare duble, se măsoară două distanțe și două unghiuri, prin utilizarea ambelor puncte ale bazei de trasare ca puncte de stație.

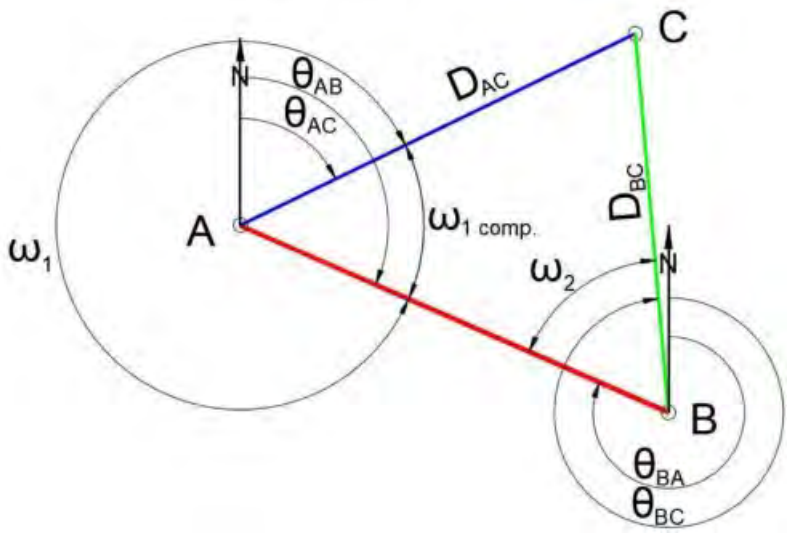


Fig.1 – Metoda coordonatelor polare duble

Aparatul utilizat a fost stația totală Leica TS06 Plus, un instrument cu capabilitatea de a măsura unghiuri, distanțe și diferențe de nivel, cu o precizie de măsurare a distanței de 2 mm + 2ppm până la 500m, și 4mm + 2ppm la peste 500m. [3]



Fig.2 – Stația totală Leica TS06 Plus

2.2 Trasarea cu tehnologia GNSS – Metoda Cinematică în Timp Real (RTK)

Metoda de măsurare utilizată pentru ridicările și trasările efectuate pe parcursul desfășurării proiectului a fost metoda de măsurare cinematică în timp real RTK (Real Time Kinematic). Datele sunt transmise de la satelit la un receptor poziționat fix, pe un punct de coordonate cunoscute, numit și bază, prin intermediul undelor radio. Ulterior, baza transmite datele primite la un receptor mobil, numit și rover. Rover-ul primește simultan date atât de la bază, cât și de la sateliți. Prin procesarea simultană a acestor date, se obține o precizie ridicată, cu o valoare aproximativă de 1-5cm. Metoda permite calculul coordonatelor şi afişarea lor în timp real, chiar în momentul efectuării măsurătorilor.[3] Aparatul utilizat pentru măsurătorile RTK a fost sistemul GNSS Leica Viva GS14, care are o precizie de măsurare a coordonatelor în mod RTK de 8mm + 0.5ppm.[4]



Fig.3 – Sistemul GNSS Leica Viva GS14

2.3 Comparația metodelor

Pentru a putea compara cele două tipuri de trasări, au fost trasate 5 puncte care reprezintă centrul a 5 cămine de canalizare, respectiv CM 237, CM 238, CM 239, CM 240 și CM 241. A fost marcat locul punctului trasat, pentru ambele metode, după care acestea au fost verificate din nou printr-o ridicare. Astfel, am obținut următoarele valori:

Nr. CM	X [m] Proiect	Y [m] Proiect	X [m] Stație Totală	Y [m] Stație Totală	X [m] GNSS	Y [m] GNSS
CM 237	700219.205	361355.776	700219.203	361355.782	700219.194	361355.761
CM 238	700192.540	361308.528	700192.534	361308.526	700192.532	361308.547
CM 239	700162.167	361261.419	700162.173	361261.409	700162.177	361261.446
CM 240	700134.318	361215.091	700134.330	361215.095	700134.296	361215.120
CM 241	700107.739	361170.803	700107.748	361170.814	700107.706	361170.820

Nr. CM	ΔX Stație Totală [mm]	ΔY Stație Totală [mm]	ΔX GNSS [mm]	ΔY GNSS [mm]
CM 237	-2	6	-11	-15
CM 238	-6	-2	-8	19
CM 239	6	-10	10	27
CM 240	12	4	-22	29
CM 241	9	11	-33	17

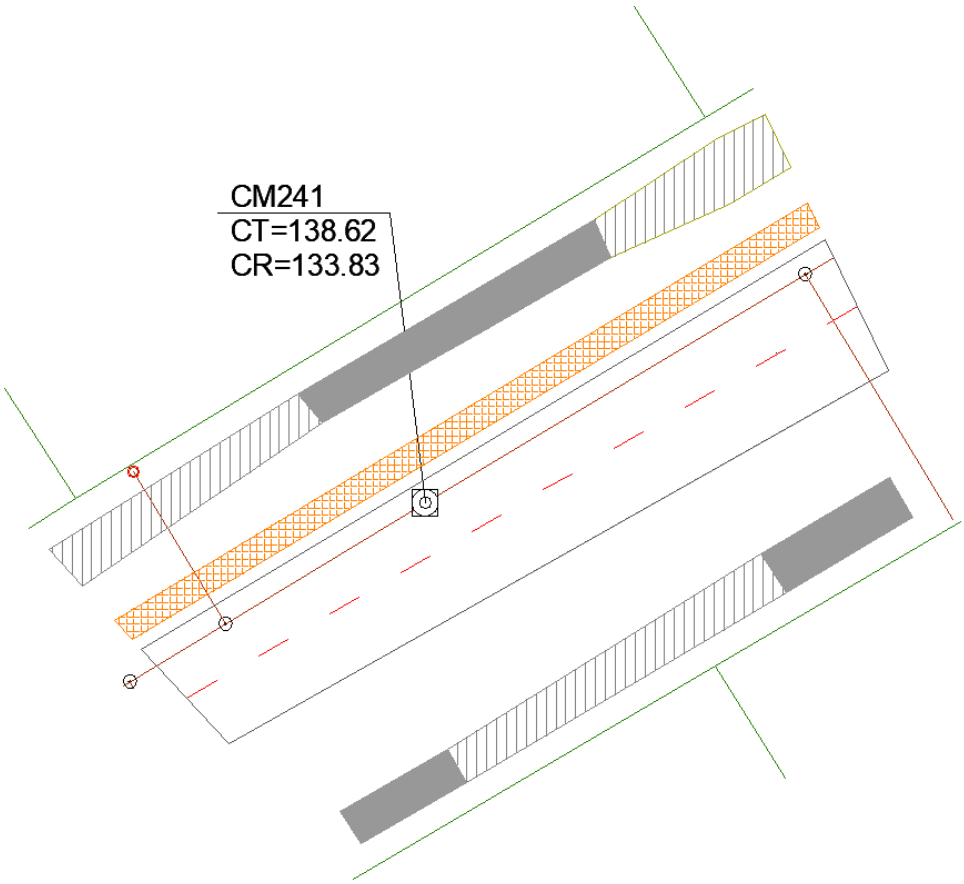


Fig.4 – Plan de situație cămin CM241

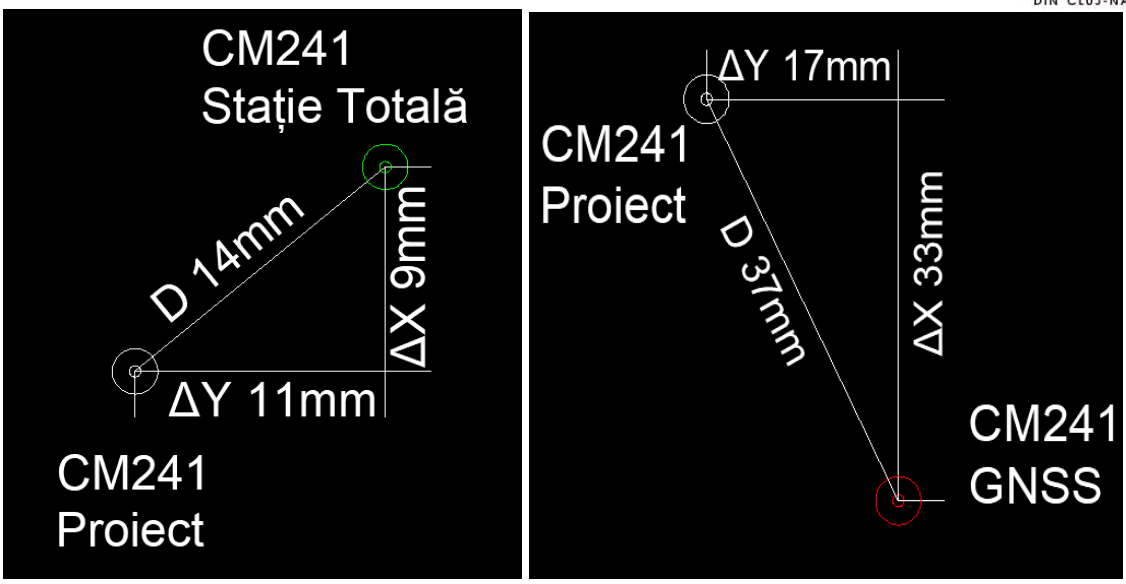


Fig.5,6 – Comparație între poziția punctului în proiect și poziția punctului trasat cu stația totală, respectiv cu tehnologie GNSS

În urma verificărilor putem observa că trasarea cu stația totală prin metoda coordonatelor polare a avut o precizie superioară sistemului GNSS cu metoda cinematică în timp real – RTK.

3. Concluzii

Trasarea prin metoda coordonatelor polare duble cu stația totală prezintă un avantaj din punct de vedere al preciziei, aceasta fiind capabilă de o precizie planimetrică de aproximativ 1-2cm. Totodată, nu este influențată de erorile de multiparcurs care pot apărea în timpul măsurătorilor cu tehnologie GNSS, rezultate în cazul în care semnalul satelitar este reflectat de alte obiecte, în special în zonele cu clădiri înalte, și nu depinde de o conexiune stabilă la internet pentru conectarea cu sistemul național Rompos pentru corecțiile de poziție.

Pe de altă parte, trasarea cu stația totală prezintă și dezavantaje: necesită puncte de coordonate cunoscute din care să se creeze baza de trasare, iar timpul de lucru este mult mai ridicat față de trasarea cu tehnologia GNSS. Intervine și eroarea umană, mai exact eroarea operatorului care ține prisma, dar și a operatorului stației, însă eroarea umană poate să apară și la măsurătorile cu sistemul GNSS.

Așadar, stația totală este alegerea cea mai bună în cazul în care beneficiarul solicită o precizie ridicată pentru punctele trasate, iar tehnologia GNSS este varianta mai agreabilă în cazul în care precizia cerută se încadrează în capabilitatea sistemului GNSS.

În cazul nostru, deoarece precizia necesară nu a fost foarte strictă, s-a ales utilizarea metodei RTK, pentru a reduce semnificativ timpul de lucru necesar operațiunilor de trasare a punctelor.

BIBLIOGRAFIE

[1] „Topografie Inginerească” – Adrian G.M. Rădulescu, Gheorghe M.T. Rădulescu, Sanda Naș, Virgil Mihai G.M. Rădulescu, Paul Sestraș, Editura UTPRESS, 2018

[2] https://docs.onepointsurvey.com/pdf/Leica-FlexLine-User-Manual.pdf

[3] Bondrea Mircea, Geodezie spațială și sisteme de poziționare globală – Noțiuni generale –Elemente de curs, Editura UTPRESS, 2021

[4]https://leica-geosystems.com/-/media/files/leicageosystems/products/datasheets/leica_viva_gs14_ds.ashx?la=en

ÎNTOCMIREA UNEI DOCUMENTAȚII DE DEZMEMBRARE ÎN CADRUL LUCRĂRILOR DE AMEAJARE PENTRU UN CARTIER DE LOCUINȚE ÎN LOCALITATEA CULCEA, COMUNA SĂCĂLĂȘENI, JUDEȚUL MARAMUREȘ

Autor/autori
Alin BOHOTICI
[1]*Facultatea de Condrucții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, bohoticialin@gmail.com*

Îndrumător/îndrumători
Conf. Dr. Ing. Sanda NAȘ
Facultatea de Construcții., Universitatea Tehnica din Cluj-Napoca, Sanda.Nas@mtc.utcluj.ro

REZUMAT:

Lucrarea prezentată presupune o lucrare de amenajare a unei viitoare zone de locuințe în localitatea Culcea, comuna Săcălășeni, județul Maramureș. În această lucrare se prezintă o parte al acestui proces care se acupă cu deslipirea imobilului rezultat intr-un număr de 48 de imobile pentru dezvoltarea locuințelor și un drum pentru deservirea acesora.

INTRODUCERE

Această lucrare tratează o lucrare cadastrală, tehnico-juridică prin care un imibil (cu sau fără construcții prezente) o să fie impărțit în două sau mai multe imobile. În cazul de față avem un imobil din localitatea Culcea, comuna Săcălășeni, județul Maramureș care o sa fie dezlipit in 49 de imobile noi, 48 pentru curți construcții și unul pentru drumul care o să le deservească.

Pentru realizarea lucrării s-a folosit tehnologia GNSS prin metoda RTK. Această metodă a fost aleasă datorită rapidități ei și deoarece terenul ne-a permis acest lucru.

Date referitoare la localizarea geografică

Obiectivul prezentei lucrări este situat in localitatea Culcea, județul Maramureș. Culcea este localitate componentă a comunei Săcălășeni, situată în județul Maramureș, Transilvania, România și aparține de regiunea de dezvoltare Nord-Vest și macroregiunea 1.

Atât comuna Săcălășeni cât și satul Culcea sunt poziționate în partea de sud-vest a județului Maramureș în zona etnografică Țara Chioarului. Comuna Săcălășeni este străbătută de râul Lăpuș. Localitatea Culcea se învecinează cu satele Săcălășeni și Coruia (situate în aceeași comună) dar și satele Coltău, Remetea-Chioarului și Posta.

Această localitate este situată la 12 km de municipiul Baia Mare și este așezată într-o zonă geografică diversificată.

STUDIU DE CAZ

Pentru măsurarea acestui teren s-a folosit un sistem GNSS TRIMBLE R8 S – Scalabil GPS L1 L2 L2C + GLONASS L1 L2 L3 RTK format din 1 receptor BAZA/ROVER şi cu 1 unitate de control Trimble TSC3 GNSS. Coordonatele punctelor au fost obţinute în timp real, direct în sistemul Stereografic 1970, utilizându-se un singur receptor. Planul de amplasament a fost redactat computerizat în baza coordonatelor rezultate din măsurători.

Date referitoare la aparatura si metodele folosite

GNSS Trimble R8s este un produs al companiei americane Trimble. Acesta include următoarele funcționalități:

- Receptor scalabil, configurabil
- Disponibil în configurații: doar post-procesare, doar bază, doar rover sau bază și rover
- Urmărire avansată a sateliților datorită tehnologiei Trimble 360
- Include cipuri Trimble Maxwell™ 6 cu 440 de canale
- Integrare simplă cu stațiile totale Trimble Seria S
- Integrare cu software-ul intuitiv de culegere a datelor din teren Trimble Access™ și software-ul de birou Trimble Business Center
- Integrare cu aplicația Trimble DL Android pentru colectarea datelor brute GNSS statice pentru post-procesare



Fig.1 Exemplu de receptor GNSS Trimble R8s



Fig.2 Controller-ul aparatului GNSS Trimble R8s

În realizarea dezmembrării imobilului respectiv s-au folosit informatii din ordinul 600/2023 privind aprobarea regulamentului de avizare, recepție și înscriere în evidențele de cadastru și carte funciară.

Imobilul prezent in această lucrare, poziționat în localitatea Culcea, comuna Săcălășeni nu este gravat de drepturi reale sau alte sarcini aparținând unor terțin astfel că dezmembrarea s-a produs confrm legilor actuale.

Documentațiile cadastrale întocmite la cerere, pentru a fi înscrise în evidențele de cadastru și carte funciară, includ și documentația necesară pentru dezlipire, redactată conform regulamentelor. Documentațiile cadastrale pe flux întrerupt se concentrează pe operațiile de dezlipire, alături de operațiile de alipire care au avut loc anterior în cadrul imobilelor.

În cazul dezlipirii, imobilele rezultate primesc numere cadastrale noi și sunt transcrise în cărți funciare noi. Cartea funciară din care provine imobilul dezlipit este închis și nu mai poate fi redeschis pentru noi înregistrări. În situația dată, din imobilul prezent, care avea propria sa carte funciară și număr cadastral, s-au obținut 49 de imobile cu numere de înregistrare și cărți funciare distincte. Accesul la cartea funciară precedentă este acum restricționat.

Documentația cadastrală de dezlipire, pe care am introdus-o în programul ETERRA pentru aprobare de către OCPI, cuprinde următoarele:

a. borderou
b. dovada achitării tarifului
c. cererea de informații
d. cererea de recepţie
e. declaraţia pe proprie răspundere cu privire la identificarea imobilului măsurat
f. copiile actelor de identitate, în cazul proprietarilor persoane fizice/adeverinţă emisă de către serviciul public comunitar de evidenţa populaţiei din care să rezulte datele de identificare sau certificatul constatator, în cazul persoanelor juridice
g. certificatul de urbanism, în cazurile prevăzute de lege; in cazul de fata nu a fost cazul
h. calculul analitic al suprafeţelor
i. memoriul tehnic
j. tabel de mișcare parcelară
k. copia planului care a stat la baza înscrierii în cartea funciară a imobilului pentru care se solicită actualizarea, în situaţia în care imobilul nu este înscris în sistemul informatic de cadastru şi carte funciară
l. planul de amplasament şi delimitare cu propunerea dezlipire sau alipire
m. planurile de amplasament şi delimitare pentru fiecare imobil care rezultă din dezlipire/planul de amplasament şi delimitare a imobilului rezultat din alipire

Studiu comparativ între cadastrul sistematic și cadastrul sporadic

I. Cadastul sistematic:

a) ***Avantaje*** - cadastrul sistematic are numeroase avantaje și beneficii, atât pentru autorități/investitor cât și pentru cetățeni:

- *Pentru autorități:*

- Management eficient al terenurilor
- Taxare eficientă
- Planificare urbană și dezvoltare
- Prevenirea conflictelor de proprietate
- Facilitarea investițiilor

- *Pentru cetățeni:*

- Siguranța proprietății
- Facilitarea tranzacțiilor imobiliare
- Acces la servicii publice
- Transparentizarea proceselor
- Protecție împotriva fraudei

b) ***Dezavantaje*** - înțelegerea acestora este importantă pentru a evalua în mod corect sistemul de cadastru:

- *Pentru autorități:*

- Costuri ridicate
- Complexitatea procesului
- Rezistența la schimbare
- Procese lungi de actualizare

- *Pentru cetățeni:*

➢ Taxe mai ridicate

➢ Birocrație și delays

➢ Confidențialitate redusă

➢ Condiții rigide de respectat

➢ Potențiale erori și dispute

➢ Nevoia de expertiză

➢ Costuri adiționale

I. Cadastul sporadic:

a) ***Avantaje*** - cadastrul sporadic se referă la un tip de cadastru care nu acoperă întreaga suprafață a unei zone, ci se realizează în funcție de cerințe specifice sau evenimente precum tranzacții imobiliare sau proiecte de dezvoltare:

➢ Eficiență costuri-performanță

➢ Flexibilitate

➢ Adaptabilitate

➢ Simplificare pentru proprietari

➢ Reducerea birocrației

➢ Costuri reduse pentru proprietari

➢ Focus pe zone de interes

b) ***Dezavantaje***:

➢ Lipsa uniformității

➢ Risc de confuzie și dispute

➢ Inechitate în taxare

➢ Lipsa accesului la informații

- Risc de fraudă sau erori

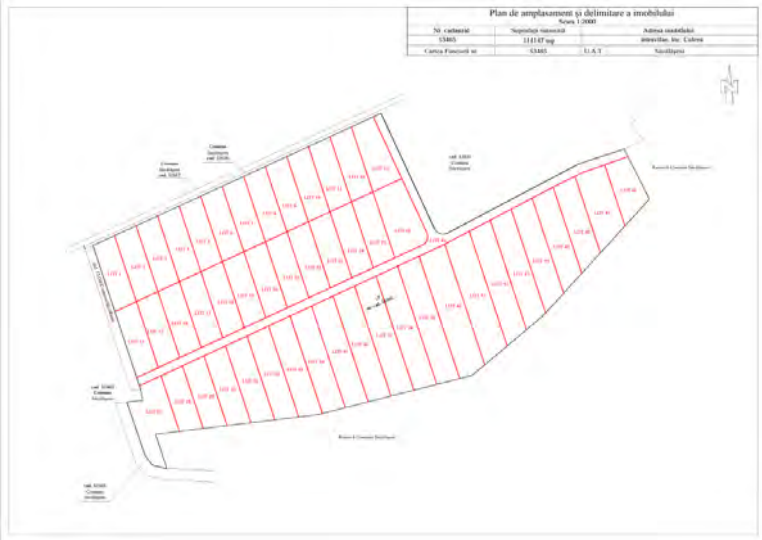
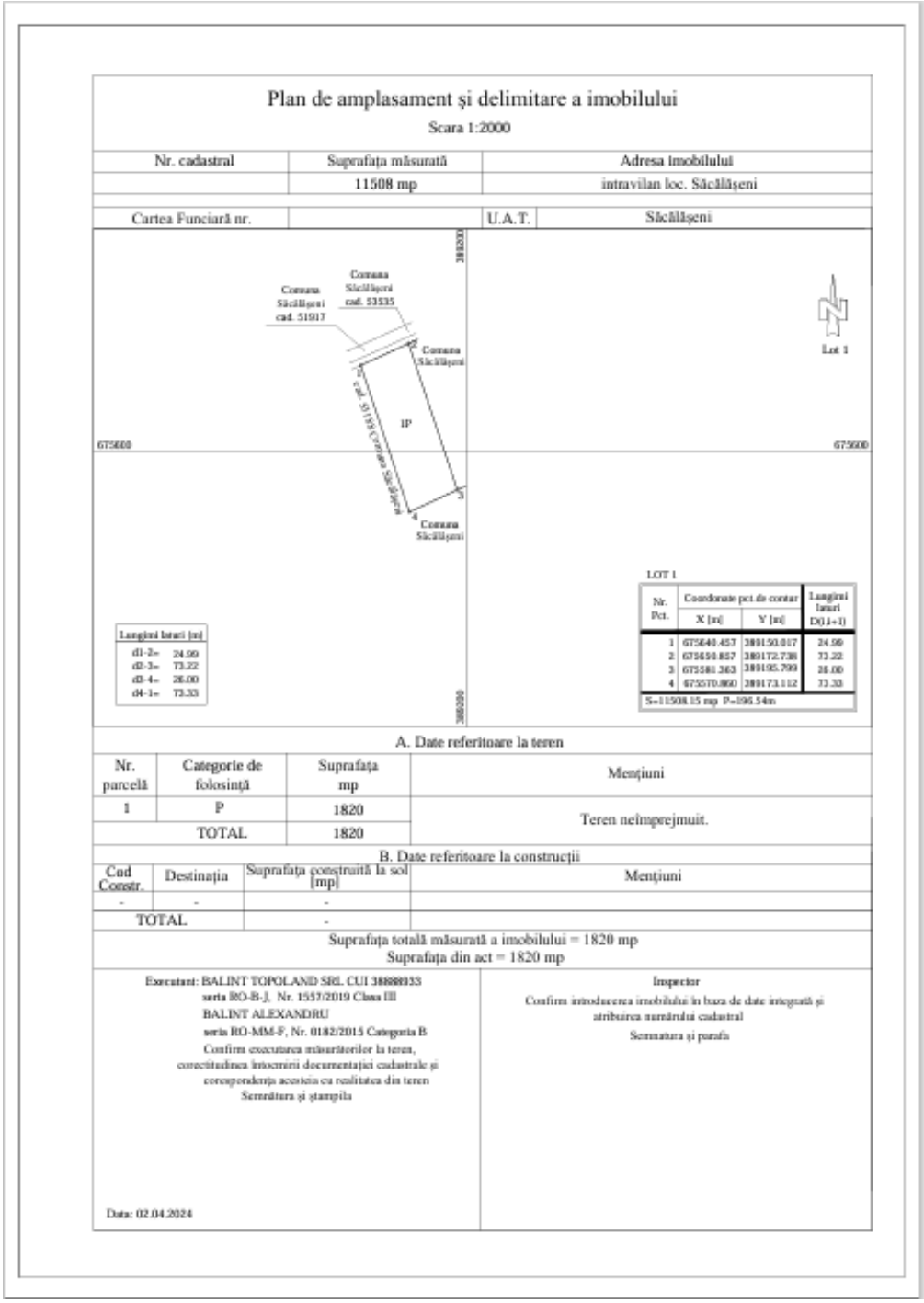


Fig.3 Schița impărțirii imobilui inițial în alte 49 de loturi

Tabel de mișcare parcelară pentru dezlipire imobil

Situația actuală			Situația viitoare (după dezlipire)					
Nr. cad.	Suprafața mp	Categoria de folosință	Descr.imob.	Parcelă	Nr. cadastral	Suprafața mp	Categoria de folosință	Descrierea imobilului
53485	114147	P	Comuna Săcălășeni	LOT 1		1820	P	Com. Săcălășeni
				LOT 2		1817	P	Com. Săcălășeni
				LOT 3		1814	P	Com. Săcălășeni
				LOT 4		1811	P	Com. Săcălășeni
				LOT 5		1808	P	Com. Săcălășeni
				LOT 6		1806	P	Com. Săcălășeni
				LOT 7		1805	P	Com. Săcălășeni
				LOT 8		1802	P	Com. Săcălășeni
				LOT 9		1801	P	Com. Săcălășeni
				LOT 10		1799	P	Com. Săcălășeni
				LOT 11		1797	P	Com. Săcălășeni
				LOT 12		1795	P	Com. Săcălășeni
				LOT 13		2106	P	Com. Săcălășeni
				LOT 14		1821	P	Com. Săcălășeni
				LOT 15		1821	P	Com. Săcălășeni
				LOT 16		1820	P	Com. Săcălășeni
				LOT 17		1820	P	Com. Săcălășeni
				LOT 18		1820	P	Com. Săcălășeni
				LOT 19		1820	P	Com. Săcălășeni
				LOT 20		1820	P	Com. Săcălășeni
				LOT 21		1819	P	Com. Săcălășeni
				LOT 22		1819	P	Com. Săcălășeni
				LOT 23		1819	P	Com. Săcălășeni
				LOT 24		1818	P	Com. Săcălășeni
				LOT 25		1817	P	Com. Săcălășeni
				LOT 26		2714	P	Com. Săcălășeni
				LOT 27		2709	P	Com. Săcălășeni
				LOT 28		1630	P	Com. Săcălășeni
				LOT 29		1825	P	Com. Săcălășeni
				LOT 30		2021	P	Com. Săcălășeni
				LOT 31		2216	P	Com. Săcălășeni
				LOT 32		2212	P	Com. Săcălășeni
				LOT 33		2607	P	Com. Săcălășeni
				LOT 34		2745	P	Com. Săcălășeni
				LOT 35		2859	P	Com. Săcălășeni
				LOT 36		2973	P	Com. Săcălășeni
				LOT 37		3085	P	Com. Săcălășeni
				LOT 38		3220	P	Com. Săcălășeni
				LOT 39		3316	P	Com. Săcălășeni
				LOT 40		4045	P	Com. Săcălășeni
				LOT 41		3760	P	Com. Săcălășeni
				LOT 42		3068	P	Com. Săcălășeni
				LOT 43		3927	P	Com. Săcălășeni
				LOT 44		3724	P	Com. Săcălășeni
				LOT 45		2483	P	Com. Săcălășeni
				LOT 46		2303	P	Com. Săcălășeni
				LOT 47		2573	P	Com. Săcălășeni
				LOT 48		1778	P	Com. Săcălășeni
				LOT 49		6547	P	Com. Săcălășeni
TOTAL	114147					114147		

Fig.4 Tabelul de mișcare parcelară pentru dezlipirea imobilului inițial



Plan de amplasament şi delimitare a imobilului

Scara 1:2000

Nr. cadastral	Suprafaţa măsurată	Adresa imobilului
	11508 mp	intravilan loc. Săcălăşeni

Cartea Funciară nr.		U.A.T.	Săcălăşeni

Comuna Săcălăşeni cad. 51917
Comuna Săcălăşeni cad. 53535
Comuna Săcălăşeni
Comuna Săcălăşeni
Comuna Săcălăşeni
IP
Lot 1
675600
675600

Lungimi laturi [m]	
d1-2=	24.99
d2-3=	73.22
d3-4=	28.00
d4-1=	73.33

LOT 1

Nr. Pct.	Coordonate pct de contur		Lungimi laturi D(i,i+1)
	X [m]	Y [m]	
1	675640.457	389150.017	24.99
2	675650.857	389172.738	73.22
3	675581.363	389195.799	28.00
4	675570.860	389173.112	73.33

S=11508.15 mp P=196.54m

A. Date referitoare la teren

Nr. parcelă	Categorie de folosinţă	Suprafaţa mp	Menţiuni
1	P	1820	Teren neîmprejmuit.
TOTAL		1820	

B. Date referitoare la construcţii

Cod Constr.	Destinaţia	Suprafaţa construită la sol [mp]	Menţiuni
-	-	-	
TOTAL		-	

Suprafaţa totală măsurată a imobilului = 1820 mp
Suprafaţa din act = 1820 mp

Executant: BALINT TOPOLAND SRL CUI 38888933
seria RO-B-J, Nr. 1557/2019 Clasa III
BALINT ALEXANDRU
seria RO-MM-F, Nr. 0182/2015 Categoria B
Confirm executarea măsurătorilor la teren, corectitudinea întocmirii documentaţiei cadastrale şi corespondenţa acesteia cu realitatea din teren
Semnătura şi ştampila

Data: 02.04.2024

Inspector
Confirm introducerea imobilului în baza de date integrată şi atribuirea numărului cadastral
Semnătura şi parafa

Fig.5 Planul de amplasament și delimitare al primului lot

CONCLUZII

Prin prezenta lucrare am analizat o lucrare de dezmembrare a unui imobil pentru un proiect de dezvoltare imobiliară, și cu această oportunitate s-a făcut o comparație între cadastrul sporadic și

cadastrul sistematic. În cazul de față s-a concluzionat faptul că cadastrul sistematic este cel mai eficient deoarece asigură un management eficient al acestui teren, ajută la prevenirea conflictelor de proprietate și facilitează tranzacțile imobiliare.

BIBLIOGRAFIE

https://www.giscad.ro
https://sacalaseni.ro/
https://consavulescu.wordpress.com/
https://lege5.ro/
Ordinul 600/2023

CONSIDERAȚII PRIVIND MONITORIZAREA LUCRĂRILOR DE EXPLORĂRI GEOLOGICE PRIN APLICAREA TEHNOLOGIILOR TOPOGRAFICE ȘI GEODEZICE

Autor/autori
Teodora Eveline. BUTA[1]
[1]*Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, eveline.buta@gmail.com*

Îndrumător/îndrumători
Conf.Dr.Ing. Sanda. NAȘ[2]
[2]*Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, sanda.nas@mtc.utcluj.ro*
Prof.Dr.Ing. Ioel. VEREȘ[3]
[3]*Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, ioel.veres@mtc.utcluj.ro*

REZUMAT:

În contextul actual, unde sustenabilitatea mediului devine o prioritate în orice tip de activitate industrială, monitorizarea și minimizarea impactului activităților de exploatare geologică asupra mediului sunt esențiale. Lucrarea explorează utilizarea nivelmentului geometric pentru evaluarea influenței detonărilor din sondele de prospecțiune geologică asupra reperilor de nivelment situați în proximitatea acestora. Scopul principal al monitorizării este de a determina dacă activitățile de detonare, efectuate pentru propagarea semnalelor în scoarța terestră și ulterior recepționate de senzori Quantum Inova, influențează negativ mediul înconjurător, cu un accent particular pe modificările solului. Pentru realizarea acestui studiu, am utilizat o gamă variată de echipamente de ultimă generație, inclusiv Stația Totală Leica TS 06 Plus, Nivela Karl Zeiss Jena NI 002, Sistemul GNSS Leica GS12 și o mira telescopică. Procesarea și prelucrarea datelor s-au efectuat folosind software-urile de specialitate AutoCAD și TopoLT. Măsurătorile au fost efectuate în localitatea Valea Lungă, județul Alba, o zonă de interes datorită potențialului său geologic. Această cercetare contribuie la elaborarea unui studiu de precizie, evaluând potențialul impact ecologic al explorărilor geologice pentru detectarea gazelor naturale, oferind astfel o perspectivă valoroasă asupra practicilor de exploatare responsabilă a resurselor subterane.

Cuvinte cheie: Exploatări geologice, prospecțiuni seismice, sustenabilitate, monitorizare, precizie

1. INTRODUCERE

În contextul actual al nevoilor energetice globale și al eforturilor de exploatare a resurselor naturale în mod responsabil și sustenabil, analiza datelor geospațiale joacă un rol important în prospectarea seismica, pentru descoperirea unor resurse de hidrocarburi.Aceste resurse sunt identificate folosind semnale generate de detonări în găuri de sondă, semnale captate de senzori pentru a localiza potențialele acumulări de gaze naturale. Detonările sunt realizate cu substanțe ecologice, și am monitorizat mișcările solului înainte și după prospectare, pentru a evalua impactul asupra mediului prin masuratori topografice.

Pe baza acestui cadru teoretic, capitolul următor își propune să detaliaze metodologia aplicată, prezentând aparatura specifică utilizată, caracteristicile zonei studiate și rezultatele măsurătorilor, pentru a trage concluzii fundamentate despre impactul activităților de prospectare asupra mediului înconjurător.

2. STUDIU DE CAZ

2.1.DESCRIEREA APARATURII

2.1.1. Nivela Leica NA724



Fig. 1 Nivela Leica NA724

Date tehnice:
-Deviatie standard pe 1 km, nivelare dubla (ISO17123-2): 2.0mm
-Deviatie la masurare simpla cu tinta la 30m: 1.2mm
Telescop:
-Imagine telescop: verticala
-Magnificare: 24x
-Deschidere obiectiv: 30 mm
-Distanta cea mai scurta tinta: < 0.5 m
Compensator:
-Domeniu lucru: ± 15’
-Precizia setarii: < 0.5’’
Greutate (net): 1.6 kg
Dimensiuni: 19 x 12 x 12 cm
Domeniu de temperatura operare: –20° C la +50° C

2.1.2. Aparat cu sistem G.N.S.S. Hi Target V30 Plus GNSS RTK System

Fig. 1 Aparat cu sistem G.N.S.S. Hi Target V30 Plus GNSS RTK System



Fig. 2 Aparat cu sistem G.N.S.S. Hi Target V30 Plus GNSS RTK System

Numar de canale: 440
Receptioneaza simultan semnalelele urmatorilor sateliti:
– GPS: L1, L2, L5
– BeiDou: B1, B2, B3
– GLONASS: L1, L2
– Galileo: E1, E5a, E5b
– SBAS: L1
– QZSS: L1, L2, L5
Pozitionare statica de inalta precizie
– orizontal: 2.5 mm +0.5 ppm RMS
– vertical: 5 mm + 0.5 ppm RMS
Pozitionare retea RTK
– orizontal: 8 mm + 0.5 ppm RMS
– vertical: 15 mm +0.5 ppm RMS
– timp de initializare: sub 10 s

2.1.3. Stația totală Leica TS02 Plus



Masuratoriunghiularmetoda de masurare:
-absoluta, continua, diametrica
– deviatie standard: 2″
– rezolutieafisare: 0.1″
Masuraradistantelor
Acuratete/Timpmasuratoarecu prisma
– standard: 1 mm + 1,5 ppm / 2,4 s
– fast: 2 mm + 1,5 ppm / 2 s
– tracking: 3 mm + 1,5 ppm / < 0,15 s
Telescop
– factor de marire: 30 x
– camp de focalizare: de la 1,55 m la infinit
– camp vizual: 1°3′ (2,7 m la 100 m)
– putere de rezolutie: 3″
Procesor
– TI OMAP4430 1GHz Dual-core ARM® Cortex™ A9 MPCore™
– sistem de operare: Windows EC7
Greutate: 4,5 kg
Specificatii de mediu
– temperatura de lucru: de la -20°C la 50°C
– temperatura de lucrupentruversiuneaarctica: de la -35°C la 50°C
– temperatura de depozitate: de la -40°C la 70°C

Fig. 3 Stația totală Leica TS02 Plus

2.2. DESCRIEREA SOFT-URILOR DE PRELUCRARE A DATELOR

2.2.1.Reprezentare grafică

- **TopoLT**
- **AutoCAD**

Pentru a reprezenta grafic punctele măsurate și reperii de nivelment folosiți pentru monitorizare, s-au folosit softuri aferente domeniului de inginerie geodezică. Punctele au fost raportate cu ajutorul TopoLT-ului, având la bază AutoCAD-ul. AutoCAD este un program dezvoltat de Autodesk, folosit în principal pentru proiectarea 2D, cu precizie înaltă și eficiență datorită bibliotecilor cu obiecte standard. TopoLT, oferit de CADWARE Engineering, este specializat în topografie și cadastru, suportând lucrări 2D și 3D și facilitând georeferențierea și calculul volumelor de teren

2.2.2.Prelucrarea textuală

- **Microsoft Excel**

Microsoft Excel este un program software, cunoscut pentru capabilitățile sale avansate de manipulare a datelor, inclusiv organizarea, calculul și vizualizarea informațiilor sub forma de tabele și grafice. Excel a fost folosit pentru a întocmi un carnet de teren pentru centralizarea datelor obținute în urma măsurătorilor și pentru a prelucra aceste dateculese. Astfel am efectuat toate calculele necesare pentru realizarea studiului „Evaluarea preciziilor într-o drumuire de nivelment”. Utilizarea Excelului în acest context a permis o organizare eficientă a informațiilor și o analiză detaliată a preciziei măsurătorilor, care a facilitat interpretarea rezultatelor și a contribuit la eficientizarea procesului de analiză a datelor.

2.3. PREZENTAREA ZONEI DE INTERES

Zona de interes se află în județul Alba, în extravilanul localității Lunca din comuna Valea Lungă. Înainte de începerea măsurătorilor, s-a efectuat etapa de recunoaștere a terenului. Fiind o zonă deschisă, situată în extravilan, dar foarte aproape de intravilanul localității, am putut folosi cu ușurință aparatură G.N.S.S., având semnal bun la internet necesar pentru aplicarea corecțiilor de trasncalcul in Sistemul Stereo 70, pentru obținerea coordonatelor planimetrice ale reperilor de nivelment. Stația totalăfost folosită atât pentru trasarea surselor și receptorilor în apropierea zonei împădurite, cât și pentru determinarea cu precizie a cotelor punctelor fixe printr-un nivelment trigonometric geodezic, aceste puncte fixe fiind situate la aproximativ kilometru distanță față de un reper din Rețeaua de Nivelment de Stat care a fost staționat. În zonă în care am aplasat reperii de nivelment monitorizați terenul nu este accidentat, prin urmare am putut folosi cu ușurință nivela pentru drumuirea de nivelment geometric, acest tip de nivelment asigurând o precizie ridicată.



Fig. 4 Zona de interes preluata de pe Google Maps





Fig. 5 si 6 Imagini din zona unde au fost efectuate măsurătorile, pe un teren plan, în apropierea zonei de pădure, efectuate la primul ciclu, respectiv la al doilea ciclu de măsurători

2.4. ETAPA DE MĂSURĂTORI

2.4.1. STAȚIA TOTALĂ

Conform planului de trasare pentru proiectul de prospectare seismică, au fost trasate 40 de linii de generare și 84 de linii de recepție, distanțate la 35 m între ele. În zona monitorizată, am amplasat 25 de surse și 25 de receptori, inclusiv în zone forestiere, urmând ca o echipă specializată să foreze găurile de generare și să amplaseze senzoriiQuantum Inova în teren.

Pentru monitorizarea deplasării solului în urma detonărilor am realizat o drumuire de nivelment geometric care a început de pe un punct fix A de coordonate cunoscute și s-a încheiat pe alt punct fix B de coordonate cunoscute, materializate în teren cu ajutorul unor țăruși. Cota acestora a fost determinată cu precizie față de un reper existent în Rețeaua de Nivelment de Stat.



Fig. 7 Trasarea surselor și a receptorilor cu statia totală



Fig. 8 Senzor Quantum Innova poziționat în urma trasării



Fig. 9 Sursă de generare a semnalului-foraj

2.4.2 G.N.S.S.

După recunoașterea terenului și stabilirea cotelor punctelor A și B, am amplasat 12 reperi de nivelment, denumiți de la RN1 la RN12, la aproximativ 10 m de sursele trasate. Folosind metoda RTK (Real Time Kinematic) și aparatură GNSS, am determinat coordonatele planimetrice ale reperilor cu o precizie de 1-2 cm. Aceste măsurători au fost repetate și în al doilea ciclu, după detonare.



Fig. 10 Reper de nivelment materializat cu țăruș



Fig. 11 Reper de nivelment staționat cu aparatura cu sistem G.N.S.S.



Fig. 12 Aparatura cu sistem G.N.S.S. în timpul măsurătorilor

2.4.3. NIVELA

Pentru realizarea nivelmentului geometric pe traseul de la A la B, care include reperii de la RN1 la RN12, am urmat pașii aferenți drumuirii. În primul rând, am instalat nivela în punctul S1, situat la mijlocul distanței dintre A și RN1. Acolo, am plasat mire în poziție verticală pe ambele puncte și am efectuat citiri la cele trei fire stadimetrice pentru fiecare reper. Procedura a fost repetată pentru fiecare segment dintre repere, mutând aparatul în punctul central al distanței dintre reperi și efectuând citiri stadimetrice atât înapoi, cât și înainte. Acest ciclu de măsurători s-a repetat pentru toți cei 12 reperi, centralizând datele în carnetul de teren.

După etapa de detonare, în ciclul 2 de măsurători am realizat aceiași pași.



Fig. 13 Drumuirea de nivelment realizată în primul ciclu de măsurători



Fig. 14 Drumuirea de nivelment realizată în al doilea ciclu de măsurători



Fig. 15 Mira poziționată pe un reper de nivelment pentru efectuarea citirilor

2.5. PRELUCRAREA DATELOR

2.5.1. Stația totală

Cu ajutorul programului Leica Geo Office am exportat datele obținute cu Stația Totală, urmând ca sursele și receptorii să fie raportați în AutoCad cu ajutorul programului TopoLT. Din carnetul de teren, am extras unghiurile V și distanțele necesare pentru prelucrarea nivelmentului troigonometric geodezic.

2.5.2. G.N.S.SS-a exportat în calculator un fișier de tip Notepad care conținea coordonatele planimetrice ale reperilor măsurați în teren. Cu ajutorul programului TopoLT s-au raportat și reperii de nivelment în AutoCAD .

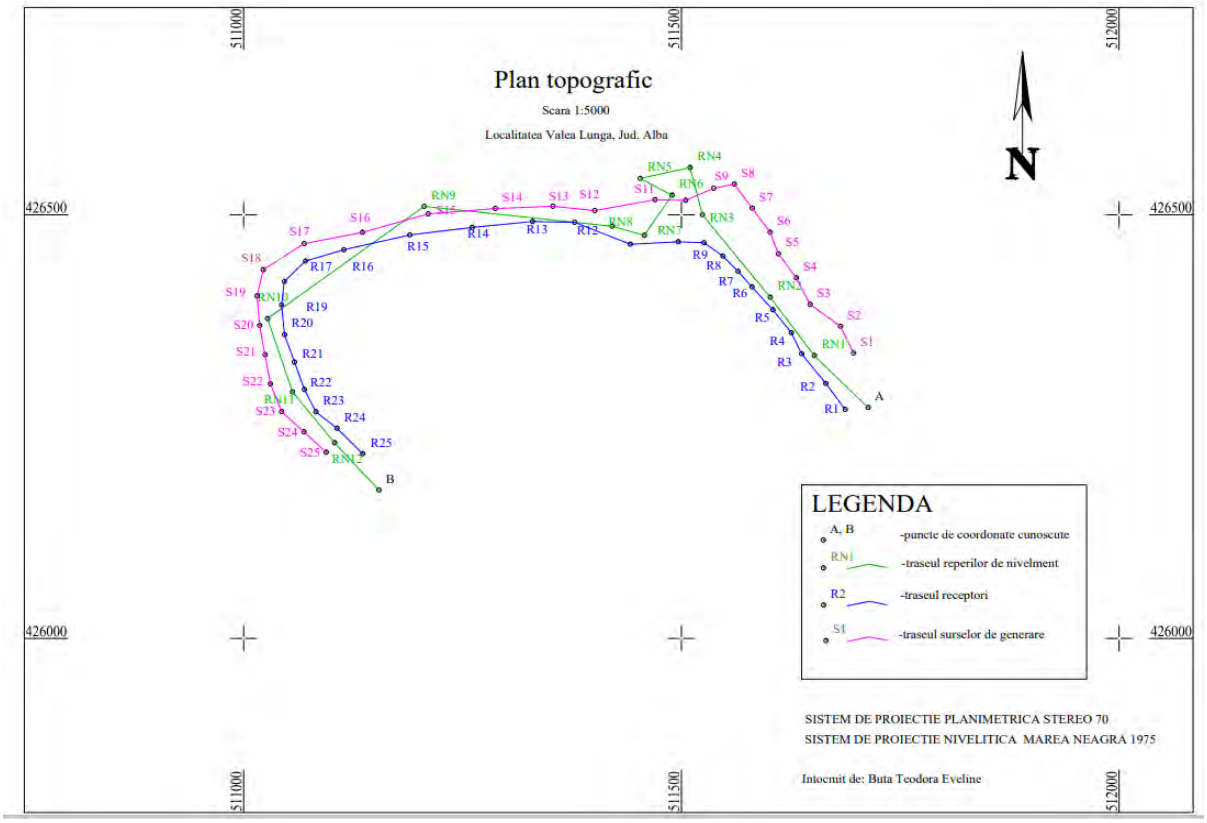


Fig. 16 Plan topografic întocmit în urma raportării pozițiilor reperilor de nivelment, al surselor de generare și a receptorilor

2.5.3. Nivela

Carnetul de teren obținut este înregistrat în Excel. Cu ajutorul citirilor pe miră se calculează diferența de nivel și cotele provizorii ale reperilor ($H_{RN}{}^0$). În aplicarea formulelor utilizate pentru evaluarea preciziei într-o drumuire de nivelment am luat in calcul distanțele dintre reperi $S_{1\text{-}13,}$ în km, ponderile aferente distantelor $p_{1\text{-}13,}$ unde $p_1 = \left(\frac{m_0}{m_0\sqrt{s_1}}\right)^2$, m_0 - reprezintă eroarea medie pătratică a unității de pondere (eroarea la 1 km).

Utilizând calculul matriceal pentru rezolvarea problemei, soluția va fi data de relația $x = (A^T pA)^{-1} A^T pl$,unde x estematricea corecțiilor, A este matricea coeficienților lui x, p este matricea ponderilor corespunzătoare distanțelor, iar l este matricea termenilor liberi. În procesul de compensare a erorilor în nivelmentul geometric, suma celor mai mici pătrate, notată pvv, trebuie să fie minimă, acesta fiind criteriul fundamental care asigură cea mai bună ajustare a datelor măsurate conform metodei celor mai mici pătrate, suma fiind calculată cu relația $[pvv] = v^* pv = l^*(p - pAQ_{xx}A^* p)l$, unde $Qxx = (A^T pA)^{-1}$. Eroarea medie pătratică a unității de pondere se calculează scriind:$m_0 = \pm\sqrt{\frac{pvv}{13-12}}$, iar erorile corespondente fiecarui reper se calculează cu relația $m_{x_1} = \pm m_0\sqrt{Q_{11}}$. Cota compensată a fiecărui reper se calculează cu relația: $(H_{RN1}) = H^0_{RN1} + x_1 \pm m_{x_1}$.

	cm	m			cm	m					H^0+X	H^0+X+m_x	H^0+X-m_x
m_{x1}	0.49	0.005	x_1	-0.138	-0.001	H_{RN1}^0	263.773		H_{RN1}	263.772	263.777	263.767
m_{x2}	0.66	0.007	x_2	-0.273	-0.003	H_{RN2}^0	263.571		H_{RN2}	263.569	263.575	263.562
m_{x3}	0.81	0.008	x_3	-0.471	-0.005	H_{RN3}^0	263.447		H_{RN3}	263.443	263.451	263.435
m_{x4}	0.91	0.009	x_4	-0.471	-0.005	H_{RN4}^0	261.811		H_{RN4}	261.807	261.816	261.798
m_{x5}	0.87	0.009	x_5	-0.602	-0.006	H_{RN5}^0	264.100		H_{RN5}	264.094	264.103	264.086
m_{x6}	0.93	0.009	x_6	-0.414	-0.004	H_{RN6}^0	263.531		H_{RN6}	263.527	263.537	263.518
m_{x7}	0.90	0.009	x_7	0.323	0.003	H_{RN7}^0	262.600		H_{RN7}	262.604	262.613	262.595
m_{x8}	0.91	0.009	x_8	1.092	0.011	H_{RN8}^0	263.531		H_{RN8}	263.542	263.552	263.533
m_{x9}	0.91	0.009	x_9	0.749	0.007	H_{RN9}^0	262.600		H_{RN9}	262.608	262.617	262.599
m_{x10}	0.75	0.008	x_{10}	0.396	0.004	H_{RN10}^0	262.748		H_{RN10}	262.752	262.760	262.745
m_{x11}	0.62	0.006	x_{11}	0.252	0.003	H_{RN11}^0	262.840		H_{RN11}	262.843	262.849	262.837
m_{x12}	0.45	0.005	x_{12}	0.130	0.001	H_{RN12}^0	262.873		H_{RN12}	262.875	262.879	262.870

$l^T*(p-p*A*Qxx*A^T*p)*l=pvv$
0.163

m_0	
0.404	cm/km

Fig. 17 Date obținute în urma prelucrării măsurătorilor efectuate în primul

	cm	m			cm	m					H^0+X	H^0+X+m_x	H^0+X-m_x
m_{x1}	0.48	0.005	x_1	-0.160	-0.002	H_{RN1}^0	263.773		H_{RN1}	263.772	263.777	263.767
m_{x2}	0.65	0.006	x_2	-0.292	-0.003	H_{RN2}^0	263.570		H_{RN2}	263.568	263.574	263.561
m_{x3}	0.79	0.008	x_3	-0.487	-0.005	H_{RN3}^0	263.447		H_{RN3}	263.443	263.451	263.435
m_{x4}	0.89	0.009	x_4	-0.487	-0.005	H_{RN4}^0	261.813		H_{RN4}	261.809	261.818	261.800
m_{x5}	0.85	0.009	x_5	-0.616	-0.006	H_{RN5}^0	264.100		H_{RN5}	264.094	264.103	264.086
m_{x6}	0.92	0.009	x_6	-0.439	-0.004	H_{RN6}^0	263.530		H_{RN6}	263.526	263.535	263.517
m_{x7}	0.89	0.009	x_7	0.306	0.003	H_{RN7}^0	262.602		H_{RN7}	262.606	262.614	262.597
m_{x8}	0.90	0.009	x_8	1.075	0.011	H_{RN8}^0	263.530		H_{RN8}	263.541	263.550	263.532
m_{x9}	0.89	0.009	x_9	0.738	0.007	H_{RN9}^0	262.602		H_{RN9}	262.610	262.619	262.601
m_{x10}	0.74	0.007	x_{10}	0.391	0.004	H_{RN10}^0	262.747		H_{RN10}	262.751	262.759	262.744
m_{x11}	0.61	0.006	x_{11}	0.249	0.002	H_{RN11}^0	262.842		H_{RN11}	262.845	262.851	262.839
m_{x12}	0.45	0.004	x_{12}	0.129	0.001	H_{RN12}^0	262.871		H_{RN12}	262.873	262.877	262.868

Fig. 18 Date obținute în urma prelucrării măsurătorilor efectuate în al doilea ciclu

2.6. COMPARAREA COORDONATELOR ȘI A ERORILOR OBȚINUTE ÎN CELOR 2 CICLURI DE MĂSURĂTORI DIN CADRUL MONITORIZĂRII

În cadrul celor două cicluri de măsurători efectuate pentru monitorizare, diferențele observate între coordonatele punctelor au fost minore, variind între 0 și 2 mm, indicând o consistență ridicată a datelor. Corecțiile aplicate cotelor provizorii au variat între 1,092 cm și 0,129 cm, în timp ce erorile estimate asociate acestor corecții s-au situat între 0,455 cm și 0,935 cm, reflectând precizia procesului de ajustare.

	I	II
	cm	
x_1	-0.160	-0.138
x_2	-0.292	-0.273
x_3	-0.487	-0.471
x_4	-0.487	-0.471
x_5	-0.616	-0.602
x_6	-0.439	-0.414
x_7	0.306	0.323
x_8	1.075	1.092
x_9	0.738	0.749
x_{10}	0.391	0.396
x_{11}	0.249	0.252
x_{12}	0.129	0.130

	I	II
	cm	
m_{x1}	0.478	0.486
m_{x2}	0.645	0.657
m_{x3}	0.793	0.806
m_{x4}	0.890	0.905
m_{x5}	0.853	0.867
m_{x6}	0.919	0.935
m_{x7}	0.885	0.900
m_{x8}	0.897	0.913
m_{x9}	0.892	0.907
m_{x10}	0.740	0.752
m_{x11}	0.613	0.624
m_{x12}	0.447	0.455

	H_0+x		H_0+x+m_x		C_I-C_{II}	H_0+x-m_x		C_I-C_{II}
	I	II	I	II	mm	I	II	mm
H_{RN1}	263.772	263.772	263.777	263.777	0	263.767	263.767	0
H_{RN2}	263.568	263.569	263.574	263.575	1	263.561	263.562	1
H_{RN3}	263.443	263.443	263.451	263.451	0	263.435	263.435	0
H_{RN4}	261.809	261.807	261.818	261.816	2	261.800	261.798	2
H_{RN5}	264.094	264.094	264.103	264.103	0	264.086	264.086	0
H_{RN6}	263.526	263.527	263.535	263.537	1	263.517	263.518	1
H_{RN7}	262.606	262.604	262.614	262.613	2	262.597	262.595	2
H_{RN8}	263.541	263.542	263.550	263.552	1	263.532	263.533	1
H_{RN9}	262.610	262.608	262.619	262.617	2	262.601	262.599	2
H_{RN10}	262.751	262.752	262.759	262.760	1	262.744	262.745	1
H_{RN11}	262.845	262.843	262.851	262.849	2	262.839	262.837	2
H_{RN12}	262.873	262.875	262.877	262.879	2	262.868	262.870	2

Fig. 18Comparații din punct de vedere al erorilor, corecțiilor și cotelor obținute în cele două cicluri de măsurători

	Ciclul 1		Diferente [mm]		Ciclul 2	
	X	Y	X	Y	X	Y
A	511713.310	426272.470	0	0	511713.310	426272.470
RN1	511651.790	426333.820	0	1	511651.790	426333.821
RN2	511601.530	426402.530	2	2	511601.528	426402.528
RN3	511523.970	426499.900	0	3	511523.970	426499.897
RN4	511509.840	426555.680	1	2	511509.841	426555.682
RN5	511452.970	426542.830	2	0	511452.968	426542.830
RN6	511489.170	426522.910	0	1	511489.170	426522.909
RN7	511457.660	426475.650	2	1	511457.658	426475.651
RN8	511420.870	426486.310	1	2	511420.871	426486.308
RN9	511206.180	426509.800	3	0	511206.183	426509.800
RN10	511027.330	426377.470	2	1	511027.332	426377.469
RN11	511055.800	426290.970	0	0	511055.800	426290.970
RN12	511103.890	426230.870	1	2	511103.889	426230.872
B	511154.420	426175.190	0	0	511154.420	426175.190

Fig. 19 Comparații din punct de vedere al coordonatelor planimetrice preluate cu aparatura cu sistem G.N.S.S. obținute în cele două cicluri de măsurători

3. CONCLUZII

Având în vedere consistența ridicată a datelor obținute în cele două cicluri de măsurători, cu diferențe minore între coordonatele punctelor atât în măsurătorile nivelmentice cât și în cele planimetrice obținute prin tehnologia GNSS, se poate concluziona că variațiile de coordonate se încadrează în limitele de toleranță stabilite pentru acest tip de monitorizare. Diferențele observate de 0-3 mm între ciclurile de măsurători planimetrice și variațiile de 0-2 mm în coordonatele nivelmentice, precum și erorile asociate corecțiilor, care nu depășesc 0,935 cm, sugerează lipsa unor deplasări semnificative ale solului care ar putea fi atribuite activităților de prospectare seismică.

În conluzie, nu au fost observate modificări în comportamentul solului care să indice un impact negativ asupra mediului înconjurător ca urmare a detonărilor efectuate în cadrul acestor activități. Aceste rezultate demonstrează eficiența măsurătorilor de monitorizare în asigurarea conformității cu standardele de protecție a mediului și siguranța operativă a lucrărilor de prospectare seismică.

BIBLIOGRAFIE

1. Curs Topografie II-Nivelmentul geometric-Conf. Dr. Ing. Naș Sanda

2. Curs Evaluarea preciziilor într-o drumuire de nivelment-Prof Dr. Ing. Ioel Vereș

3.https://daticonsult.bizoo.ro/vanzare/9985575/statie-totala-leica-flexline-ts02-7-r500

4.https://smithsurveyingequipment.co.uk/shop/surveying-equipment/total-stations/leica-total-stations/flexline-total-stations/leica-flexline-ts02-plus-total-station/

5.https://www.ceramicexpert.ro/cumpara/nivela-optica-automata-na724-24x-doar-instrumentul-leica-641983-494

6.https://en.hi-target.com.cn/wp-content/uploads/2021/04/V30-Plus-GNSS-RTK-Receiver-Brochure-EN-20210412s.pdf

STUDIUL PRIVIND DETERMINAREA PRECIZIILOR DE MĂSURARE, UTILIZÂND TEHNOLOGIILE TOPO-GEODEZICE ASUPRA REȚELELOR DE RIDICARE

Autor/co-autori
Gabriela S. CANDALE[1*], Ionuț FUIA[2], Cristian SZEREMI[3] ,Liviu B. TITIENI[4]
[1]*Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj Napoca, Cluj Napoca, candale.si.gabriela@student.utcluj.ro (autorul corespondent)*
[2]*Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj Napoca, Cluj Napoca, ionutfuia56@gmail.com*
[3]*Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj Napoca, Cluj Napoca, Szeremi.Ni.Cristian@student.utcluj.ro*
[4]*Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj Napoca, Cluj Napoca, Titieni.Ti.Bogdan@student.utcluj.ro*

Îndrumător/îndrumători
Conf. Dr. Ing. Sanda M. NAȘ
Facultatea de Construcții., Universitatea Tehnică din Cluj Napoca, Cluj Napoca, Sanda.Nas@campus.utcluj.ro

REZUMAT:
În cadrul proiectului nostru, ne propunem să analizăm și să comparăm precizia măsurătorilor din două perspective importante: echipamentele utilizate și tehnica de măsurare aplicată. Această analiză este importantă, avînd ca scop îmbunătățirea eficienței și a preciziei lucrărilor topo-geodezice, asupra rețelelor de ridicare.
Prin analizarea și compararea acestor doua aspecte, vom identifica diferențele în precizia măsurătorilor și vom evolua impactul acestora asupra eficacității lucrărilor topo-geodezice. Scopul nostru este să identificăm cele mai eficiente și precise metode și echipamente pentru a îmbunătăți calitatea măsurătorilor și pentru a reduce timpul necesar pentru acestea în teren. Această cercetare va contribui la creșterea performanței și a fiabilității operațiunilor de măsurare în domeniul topografiei.

Cuvinte cheie: unghiuri, metode, rețele, eficacitate

1. INTRODUCERE

Domeniul măsurătorilor terestre este o ramură a științei și ingineriei care se ocupă cu colectarea, analiza și interpretarea datelor referitoare la caracteristicile și procesele care au loc la suprafața Pământului. Acest domeniu cuprinde diverse tehnologii, metode și instrumente utilizate pentru a măsura și a înregistra informații despre topografia terenului, schimbările climatice, calitatea aerului și apei, biodiversitatea, utilizarea solului și alți factori relevanți pentru mediu și societate.
Cu toate acestea, în ciuda progreselor tehnologice remarcabile, obținerea măsurătorilor precise în domeniul măsurătorilor terestre rămâne un obiectiv continuu de cercetare și dezvoltare. Variația condițiilor de teren, influența factorilor climatici și diferențele tehnologice pot afecta semnificativ calitatea si acuratețea măsurătorilor obținute.
În prezenta lucrare, ne propunem să analizăm și să comparăm două metode distincte de măsurare utilizate în domeniul măsurătorilor terestre, cu accent pe evaluarea preciziei, mai exact pe diferența de precizie dintre cele două metode.
Pentru a identifica aceste discrepanțe, vom folosi în această lucrare două telemetre electro-optice (stații totale Leica) care au fost alese având caracteristici diferite (precizia de determinare a valorilor, anul fabricației etc.) pe care le vom utiliza pentru a efectua observații unghiulare prin metoda turului de orizont (metoda seriilor), care presupune observații în ambele poziții ale lunetei, adică două serii și aceeași metodă cu observații într-o singură poziție a lunetei, adica o singură serie de citiri.

2. STUDIU DE CAZ

2.1 Amplasament

Măsurătorile aferente studiului nostru de caz s-au efectuat pe Dealul Feleacului, situat la o distanță de aproximativ 10 km față de Cluj-Napoca. [2]



[2]

2.2 Instrumente de măsurare folosite

2.2.1 STAȚII TOTALE:

Stațiile totale fac parte din generația nouă a instrumentelor topografice având, în principiu, funcționalitatea unui tahimetru clasic. Acestea sunt instrumente electronice capabile să determine în teren majoritatea elementelor topografice (unghiuri, distanțe, diferențe de nivel etc.), să efectueze prin intermediul soft-urilor integrate numeroase calcule topografice și să stocheze datele din teren în memorii electronice. (vezi Tabel 1.)

Tabel.1 Caracteristici

Caracteristică	Leica TC 405 (fig.1)	TS 02 (fig. 2)
Precizie orizontală	5”	7”
Precizie verticală	±3 mm + 2 ppm	±3 mm + 2 ppm
Distanța maximă de măsurare (prismă)	3500 m	5000 m
Distanța maximă de măsurare (fără prismă)	500 m	800 m
Memorie internă	10.000 puncte	50.000 puncte
Display	Monocrom	Monocrom
Autonomie baterie	Aproximativ 20 ore	Aproximativ 30 ore



Fig. 1 Leica TC 405[5]



Fig.2 Leica TS02[3]

2.2.2 GPS

Sistemul V30 Plus (vezi figura 3) este construit cu un procesor multi-constelații GNSS RTK, dimensiuni reduse și un design compact industrial, V30 Plus vă oferă o soluție GNSS flexibilă. De asemenea are integrat Web UI, WIFI, Bluetooth și 4G pentru a face gestionarea și

transmiterea datelor mai convenabilă și mai rapid. În cazul nostru, am folosit GNSS Hi-Target V30, a cărui atribuire a fost aceea de a determina punctele de sprijin.



Fig. 3 Hi-Target V30 [1]

Precizie și fiabiliate
– orizontal: 8 mm + 0.5 ppm RMS
– vertical: 15 mm +0.5 ppm RMS
– timp de inițializare: sub 10 s

2.3 Metode de măsurare folosite

Metoda turului de orizont sau metoda seriilor complete.

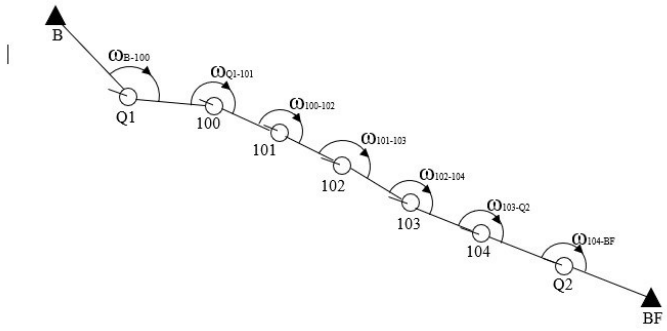


Figura 4. Schița rețelei de drumuire

Această metodă implică instalarea aparatului în stație (centrare, calare), urmată de măsurarea direcțiilor orizontale prin vizarea cu aparatul către punctul înapoi, respectiv punctul înainte. Obligatoriu la această metodă este ca după citirea direcțiilor orizontale către puncte, turul de orizont să se încheie cu o noua citire spre punctul de început. (vezi Figura. 4)

Etapa de măsurători a presupus pentru început materializarea punctelor folosite în cadrul acestora, astfel prin bornarea cu ajutorul unor buloane topografice am materializat poziția fiecărui punct (vezi figura 5). În realizarea poligonației sprijinită la capete cu orientări, am avut nevoie de punctele de sprijin, pe care le-am determinat cu ajutorul aparaturii GNSS Hi-Target V30, punctele B și BF (vezi figura 6 si Figura 7)

Înainte de începerea măsurătorilor efective, este necesară efectuarea operației de punere în stație a instrumentului, presupunand realizarea operației de centrare (vezi figura 8), calare, introducere de coordinate (vezi figura 9). Măsurătorile s-au efectuat cu cele două aparate menționate mai sus, iar ca accesorii am folosit două prisme mari care au fost fixate pe punctele către care s-au făcut observații cu ajutorul a doua bipod-uri (vezi figura 10) pentru a minimiza erorile umane ce pot surveni prin neverticalitatea prismei, problemă ce ar fi putut să producă atât erori liniare, cât și unghiulare. introducere a înălțimii aparatului, înălțimii prismei, setarea denumirii punctului de orientare si orientarea spre el, începerea vizării punctelor (vezi figura 11 și 12)

După terminarea măsurătorilor pe teren se verifică eroarea de neînchidere, care reprezintă diferența dintre citirile direcției orizontale către punctul cu care s-au început și s-au terminat măsurătorile. Dacă eroarea nu se înscrie în toleranță, măsurătorile se reiau.



Figura 5



Figura 6

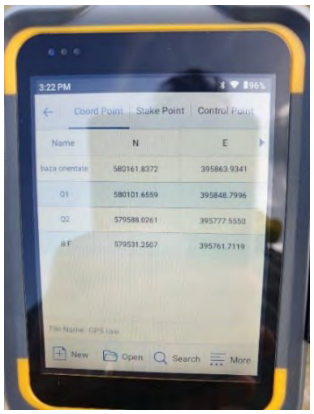


Figura 7



Figura 8



Figura 9



Figura 10



Figura 11



Figura 12

Măsurătoarea in poziția I al lunetei:
Am vizat primul punct, punctul inapoi (cel de orientare), utilizând tasta de set “Hz=0” al cercului orizontal, efectuand citirea la cercul orizontal pentru un control mai bun al datelor. Rotind în sens orar am vizat cel de-al doilea punct, efectuând citirea la cercul orizontal, după care ne-am închis pe primul punct, efectuând din nou o citire la cercul orizontal.

Măsurătoarea în poziția II al lunetei:
S-a basculat luneta în plan vertical cu 200g, vizându-se spre primul punct și făcându-se citirea la cercul orizontal. Rotind în sens anti-orar, se vizează restul punctelor închizând de asemenea tot pe punctul de pornire.

Metoda simplă
Metoda simplă reprezintă o metodă simplificată, constând în efectuarea măsurătorilor de unghiuri între 2 direcții doar în poziția întâi a lunetei și fără închidere pe punctul de început. Aceasta metoda este mai rapidă și se aplică foarte des în teren de către specialiștii din domeniu. Măsurătorile prin metoda simplă au constat în utilizarea punctelor materializate anterior. Punerea în stație a aparatului, centrarea, calarea acestuia. După aceea, s-a vizat punctul înapoi, respectiv punctul înainte, făcându-se citirile la cercul orizontal (Hz), fără să ne mai închidem pe punctul de plecare.

2.4 Carnete de teren

Toate citirile la cercurile orizontale si verticale, distanțe înclinate și distanțe orizontale pentru fiecare punct de stație au fost scrise analogic pe un carnet de teren, dar și prin descărcarea carnetelor de teren din stațiile totale, în format digital, ele fiind centralizate in platforma EXCEL.

Tabel 1.Metoda Turului de Orizont Leica TC 405

ST	ID	Hz I	Hz II	V I	V II
Q1	Bi	399.9999	199.9997	98.7932	301.2034
	100	158.0057	358.0055	102.0086	297.9912
	Bf	0.0009	199.9993	98.7944	301.2062
100	Q1i	358.0042	158.0035	98.1055	301.8909
	101	194.2672	394.2670	99.2856	300.7135
	Q1f	358.0064	158.0036	98.1064	301.8914
101	100i	394.2672	194.2662	100.8660	299.1352
	102	186.9919	386.9915	97.6136	302.3867
	100f	394.2655	194.2672	100.8664	299.1368
102	101i	386.9914	186.9903	102.5751	297.4264
	103	201.1864	1.1832	98.8193	301.1823
	101f	386.9920	186.9911	102.5740	297.4263
103	102i	1.1865	201.1860	101.4268	298.5715
	104	194.2944	394.2943	100.9922	299.0101
	102f	1.1855	201.1867	101.4279	298.5719
104	103i	394.2942	194.2942	99.1833	300.8151
	Q2	224.3372	24.3385	101.2110	298.7897
	103f	394.2957	194.2939	99.1840	300.8154
Q2	104i	24.3372	224.3375	98.9233	301.0731
	BF	201.6094	1.6085	99.8038	300.1941
	104f	24.3376	224.3381	98.9268	301.0750

Tabel 2. Metoda Turului de Orizont Leica TS 02

ST	ID	Hz I	Hz II	V I	V II
Q1	Bi	399.9999	199.9995	98.7857	301.2137
	100	157.9998	358.0000	102.0058	297.9958
	Bf	0.0000	199.9999	98.7875	301.2112
100	Q1i	358.0000	157.9996	98.1085	301.8908
	101	194.2668	394.2662	99.2892	300.7134
	Q1f	357.9999	158.0000	98.1082	301.8924
101	100i	394.2662	194.2646	100.8635	299.1388
	102	186.9877	386.9871	97.6145	302.3911
	100f	394.2659	194.2657	100.8662	299.1371
102	101i	386.9847	186.9842	102.5340	297.4645
	103	201.1763	1.1768	98.7768	301.2195
	101f	386.9851	186.9844	102.5324	297.4652
103	102i	1.1760	201.1743	101.4191	298.5773
	104	194.2849	394.2848	100.9856	299.0135
	102f	1.1764	201.1754	101.4204	298.5802
104	103i	394.2841	194.2833	99.1624	300.8369
	Q2	224.3299	24.3307	101.1897	298.8118
	103f	394.2842	194.2846	99.1630	300.8368
Q2	104i	24.3304	224.3299	98.9260	301.0731
	BF	201.5973	1.5974	99.8078	300.1927
	104f	24.3306	224.3300	98.9239	301.0704

Tabel 3. Metoda Simplă Leica TC 405

ST	ID	Hz I	V I
Q1	B	399.9999	98.7864
	100	158.0004	102.0039
100	Q1	358.0006	98.1092
	101	194.2662	99.2894
101	100	394.2660	100.8650
	102	186.9868	97.6120
102	101	386.9845	102.5345
	103	201.1759	98.7805
103	102	1.1756	101.4173
	104	194.2842	100.9861
104	103	394.2843	99.1644
	Q2	224.3290	101.1872
Q2	104	24.3305	98.9233
	BF	201.5957	99.8081

Tabel 4. Metoda Simplă Leica TS 02

ST	ID	Hz I	V I
Q1	B	0.0000	98.7902
	100	158.0015	102.0097
100	Q1	358.0015	99.2865
	101	194.2665	99.2865
101	100	394.2665	100.8653
	102	186.9927	97.6132
102	101	386.9927	102.5745
	103	201.1858	98.8198
103	102	1.1858	101.4270
	104	194.2907	100.9910
104	103	394.2907	99.1840
	Q2	224.3336	101.2114
Q2	104	24.3336	98.9241
	BF	201.6100	99.8026

2.5 Prelucrare date

2.5.1 ***Tur de Orizont***

2.5.1.1 ***Calculul unghiurilor orizontale.***

Reprezinta caculul diferenței matematice dintre citirea înainte si citirea înapoi (1)

$$(\omega_i = Hz^{inainte} - Hz^{inapoi}) \quad (1)$$

unde ω=unghi omega, Hz= unghi orizontal

În tabelul 5, am centralizat rezultatele obținute în urma calculului efectuat prin formula mai sus menționată, la care am atașat și un calcul de diferențe între metode cu cele două aparate, dar și o diferență între aparate pe metode diferite. Rezultatele sunt reprezentate și grafic pentru o mai bună vizualizare a diferențelor dintre metode, pentru fiecare aparat în parte (fig 5 și fig 6).

Tabel 5. Centralizare rezultate

	Metoda T.O.	Metoda simplă	Metoda T.O.	Metoda simplă	Diferențe între metode		Diferențe între aparate	
	Leica TC405	Leica TC405	Leica TS02	Leica TS02	Leica TC405	Leica TS02	Met. T.O.	Met. simplă
ω_{Q1}=	158.0001	158.0005	158.0057	158.0015	-0.0004	0.0042	-0.0056	-0.0010
ω_{100}=	236.2666	236.2658	236.2627	236.2662	0.0008	-0.0035	0.0040	-0.0004
ω_{101}=	192.7218	192.7208	192.7252	192.7254	0.0010	-0.0002	-0.0034	-0.0046
ω_{102}=	214.1920	214.1914	214.1936	214.1943	0.0006	-0.0007	-0.0016	-0.0029
ω_{103}=	193.1093	193.1086	193.1082	193.1045	0.0007	0.0037	0.0011	0.0041
ω_{104}=	230.0463	230.0447	230.0434	230.0392	0.0015	0.0042	0.0029	0.0055
ω_{Q2}=	177.2671	177.2652	177.2714	177.2707	0.0019	0.0006	-0.0042	-0.0055

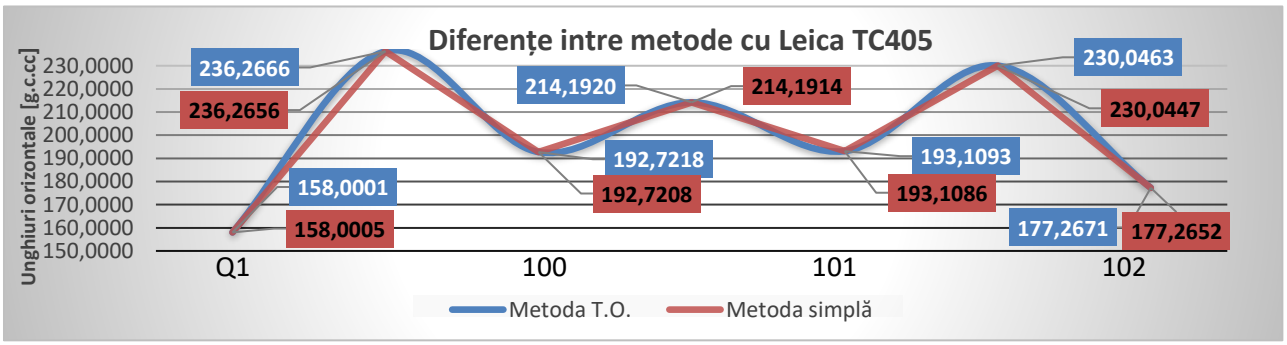


Figura 5. Diferențe între metode Leica TC405

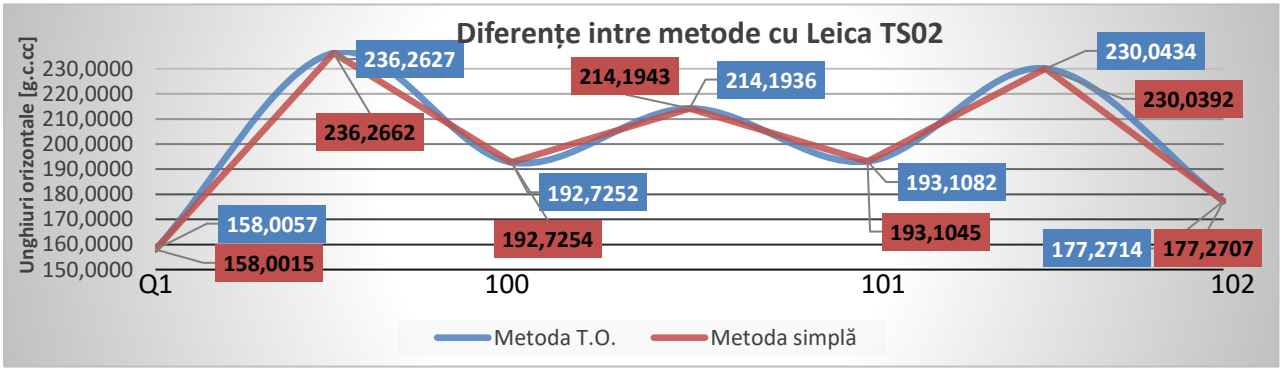


Figura 6. Diferențe între metode Leica TS02

2.5.1.2 ***Calculul Orientărilor laturilor și compensarea lor.***

Media brută obținută, calulul de erori și al corecțiilor, se va calcula cu Hz-urile(orientarile) obținute cu formula (2). Rezultatele obținute in urma calculului cu ajutorul platformei EXCEL se regăsesc în tabelurile 6 și 7.

Media brută:	Calculul erorii și al corecțiilor:		
$Hz^b=[Hz^I+(Hz^{II}+-200^g)]/2$	$e= Hz^{fb}-Hz^{jb}$	Ct= -e	Cu= Ct/n

(2)

unde e=eroare, Ct=corecție totală, Cu=corecție unitară

Tabel 6. Calcul erori Leica TC 405

ST	Hz brut		e	Corecția totală	Corecția unitară	Hz corectat
Q1	Hz^{b}_{B}	15.6855	-0.0010	0.001	0.0005	15.6855
	Hz^{b}_{100}	173.7326				173.7331
	Hz^{fb}_{B}	15.6845				15.6855
100	Hz^{fb}_{Q1}	373.7323	-0.00110	0.00110	0.00055	373.7323
	Hz^{b}_{101}	210.02805				210.0286
	Hz^{fb}_{Q1}	373.7312				373.7323
101	Hz^{fb}_{100}	10.031	-0.00145	0.00145	0.00072	10.031
	Hz^{b}_{102}	202.7127				202.713425
	Hz^{fb}_{100}	10.02955				10.031
102	Hz^{fb}_{101}	2.71455	-0.00115	0.00115	0.00058	2.71455
	Hz^{b}_{103}	216.9649				216.965475
	Hz^{fb}_{101}	2.7134				2.71455
103	Hz^{fb}_{102}	16.965	0.00175	-0.00175	-0.00088	16.965
	Hz^{b}_{104}	210.0672				210.066325
	Hz^{fb}_{102}	16.96675				16.965
104	Hz^{fb}_{103}	10.066	0.00155	-0.00155	-0.00077	10.066
	Hz^{b}_{Q2}	240.0775				240.076725
	Hz^{fb}_{103}	10.06755				10.066
Q2	Hz^{fb}_{104}	40.0763	0.00090	-0.00090	-0.00045	40.0763
	Hz^{b}_{BF}	217.38345				217.383
	Hz^{fb}_{104}	40.0772				40.0763

Tabel 7. Calcul erori Leica TS 02

ST	Hz brut		e	Ct	Cu	Hz corectat
Q1	Hz^{fb}_{B}	15.68495	-0.0009	0.0009	0.0005	15.68495
	Hz^{b}_{100}	173.7257				173.726175
	Hz^{fb}_{B}	15.684				15.68495
100	Hz^{fb}_{Q1}	373.7315	0.00080	-0.00080	-0.00040	373.7315
	Hz^{b}_{101}	210.0245				210.0241
	Hz^{fb}_{Q1}	373.7323				373.7315
101	Hz^{fb}_{100}	10.0237	0.00045	-0.00045	-0.00022	10.0237
	Hz^{b}_{102}	202.7069				202.706675
	Hz^{fb}_{100}	10.02415				10.0237
102	Hz^{fb}_{101}	2.7087	-0.00105	0.00105	0.00053	2.7087
	Hz^{b}_{103}	216.96495				216.965475
	Hz^{fb}_{101}	2.70765				2.7087
103	Hz^{fb}_{102}	16.9659	-0.00075	0.00075	0.00037	16.9659
	Hz^{b}_{104}	210.07145				210.071825
	Hz^{fb}_{102}	16.96515				16.9659
104	Hz^{fb}_{103}	10.0719	-0.00050	0.00050	0.00025	10.0719
	Hz^{b}_{Q2}	240.0839				240.08415
	Hz^{fb}_{103}	10.0714				10.0719
Q2	Hz^{fb}_{104}	40.08495	0.00070	-0.00070	-0.00035	40.08495
	Hz^{b}_{BF}	217.38805				217.3877
	Hz^{fb}_{104}	40.08565				40.08495

Calculul orientărilor :

Orientarea de plecare ($\theta_{Q1\text{-}B}$) și de sfârșit ($\theta_{Q2\text{-}BF}$) se calculeaza din coordonatele obținute (3)

$$tg\ \theta_{AB} = \frac{\Delta Y}{\Delta X} = \frac{Y_B - Y_A}{X_B - X_A} \qquad (3)$$

unde θ_{AB}=orientarea, X_BY_B=coordonatele punctului B, X_AY_A=coordonatele punctului A

Orientările se determină în funcție de unghiurile orizontale (Hz) si orientarea de plecare ($\theta_{Q1\text{-}B}$). Se obțin cu ajutorul datelor obținute din calculul de unghiuri orizontale și orientarea de plecare ($\theta_{Q1\text{-}B}$), rezultatele obținute cu formula din figura 7, au fost centralizate in tabelul 8, reprezentativ și grafic in figura 8.

$$\theta = (\theta +/- 200g) + \omega$$

Figura 7

Tabel 8. Rezultatele Orientărilor

Metoda folosită		Metoda turului de orizont	Metoda simplă	Metoda turului de orizont	Metoda simplă
Aparatul folosit		TC405	TC405	TS02	TS02
Orientări măsurate	$\Theta_{Q1\text{-}100}$	173.7053	173.7058	173.7109	173.7068
	$\theta_{100\text{-}101}$	209.9720	209.9714	209.9736	209.9718
	$\theta_{101\text{-}102}$	202.6938	202.6922	202.6988	202.6980
	$\theta_{102\text{-}103}$	216.8857	216.8836	216.8924	216.8911
	$\theta_{103\text{-}104}$	209.9950	209.9922	210.0005	209.9960
	$\theta_{104\text{-}Q2}$	240.0413	240.0369	240.0439	240.0389
	$\Theta_{Q2\text{-}BF}$	217.3084	217.3021	217.3152	217.3153
Orientarea de sosire calculata	$\theta_{Q2\text{-}BF}$=	217.3320			

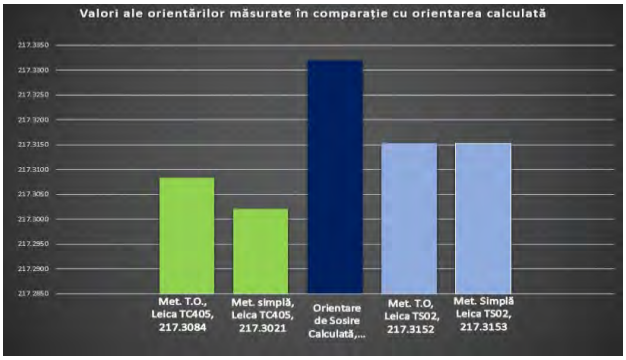


Figura .8 Orientărilor Măsurate

Concluzii

În urma măsurătorilor efectuate, s-a constatat faptul că diferența erorilor cumulate între metoda simpla și metoda seriilor complete este de doar câteva secunde. Masuratorile fiind efectuate de două persoane, una folosind TC405, o alta persoană utilizând TS02, au aparut erori la media pe orientări, între aparate.

Am calculat erorile cumulate pe orientări, prin diferența între orientarea calculată și orientarea măsurată, cu fiecare aparat în parte. (vezi Tabel 9)

Tabel 9. Erori cumulate

Erori cumulate pe orientări	Metoda turului de orizont	Leica TC405	-0.0236
		Leica TS02	-0.0168
	Metoda simplă	Leica TC405	-0.0299
		Leica TS02	-0.0167

TS02 fiind o stație totală de generație mai nouă, s-a observat acest lucru la calculul de erori între cele două metode, a avut o medie a erorilor mai mica, față de TC405.

Tabel 10. Diferențe între Metode

Diferențe între metode pe același aparat	
Leica TC 405	Leica TS 02
-0.0064	0.0000

În tabelul 10, sa calculat diferența dintre metode pe aceleași aparat .
Rezultatele obținute, 64” la Stația Totala TC405 și doar 1” pentru Stația Totală TS 02.
Studiind rezultatele, am ajuns la urmatoarele concluzii:
-Privind diferențele rezultate între metode, valorile acestora sunt mici, astfel rezultatele pot afirma că folosirea metodei turului de orizont nu este întotdeauna necesară pentru a avea rezultate precise.
- diferențele rezultate între aparate, se observă că aparatura de fabricație mai recentă, cu o tehnologie mai nouă reușește să întrunească aproximativ aceeași precizie indiferent de metoda de măsurare folosită. În concluzie, precizia măsurătorilor depinde de metodele folosite, însă diferența dintre metodele menționate mai sus, poate fi anulată cu ajutorul tehnologiei mai moderne.

BIBLIOGRAFIE

1. https://ocdn.eu/skapiec/MDA_/73680a378e9d420cfe8432223768eb1f.jpg
2. Google Maps
3. LEICA FLEXLINE TS02 PLUS TOTAL STATION | Smith Surveying Equipment
4. https://th.bing.com/th/id/OIP.WqMgyoN1VMrityXo217STwHaHa?rs=1&pid=ImgDetMain
5. https://hitechniques.ie/content/docs/TPS400%20&%20410C-User_V2.0_English.pdf

ÎNTOCMIREA PLANULUI TOPOGRAFIC NECESAR REALIZĂRII UNUI PROIECT DE REABILITARE

Autor/autori

Alexandru CRISTESCU
Facultatea de Constructii, Universitatea Tehnica din Cluj- Napoca,
alex_cristescu01@yahoo.com

Îndrumător/îndrumători
Conf. Dr. Ing. Mircea BONDREA
Facultatea de Constructii, Universitatea Tehnica din Cluj- Napoca,
Mircea.BONDREA@mtc.utcluj.ro

REZUMAT: *Rezumatul trebuie sa reflecte, într-o formă concisă și structurată conținutul si elementele de originalitate ale lucrării și nu va depăși 200 de cuvinte. Se vor folosi caractere italice TNR 11 pt. Se va evita adăugarea de referințe bibliografice, tabele, figuri, diagrame, fotografii, grafice, ecuații, liste numerotate etc. sau referințe către astfel de entități.*

Cuvinte cheie: Metoda Drumuirii, Metoda Radierii, Plan Topografic.

Aceasta lucrare se focalizează pe modernizarea unei căi de comunicații terestre, respectiv tronsonul Străzii Tipografiei, se va realiza documentarea și ridicarea topografică a zonei de amplasare a căii de comunicație.

Astfel se pune la dispoziția proiectantului documentația necesară realizării proiectului de modernizare și anume planul topografic. Realizarea ridicarii topografice s-a realizat prin intermediul drumuirii combinate cu radierea.

I. ETAPA I : DRUMUIREA

1. Etapa de teren

- Se realizează marcarea punctelor de drumuire S1, 100, S2 prin plantarea verticală a unor borne topografice
- În fiecare stație de drumuire se vor măsura direcțiile unghiulare și distanțele
- Parcurgerea modului de preluare a datelor din teren se face în modul următor

2. Etapa de calcul

Următoarea etapă constă în realizarea calculelor de birou, prelucrarea drumuirii realizându-se în EXCEL.

- **Date cunoscute:**

Punct	X[m]	Y[m]
S1	586924,595	392519,733
S2	586921,368	392646,261
1	586933,175	392501,673
2	586915,033	3922664,862

Tabel 1 Coordonatele punctelor de drumuire

Calculul orientărilor laturilor de sprijin:

$$\Theta_{S1-1} = arctg\frac{Y_1 - Y_{S1}}{X_1 - Y_{S1}} = 328{,}2351$$

$$\Theta_{S2-2} = arctg\frac{Y_2 - Y_{S2}}{X_2 - Y_{S2}} = 120{,}8970$$

- **Calculul orientărilor provizorii între punctele de drumuire:**

2.Calculul orientarilor brute ale laturilor drumuirii		
Orientare	**Formula aplicata**	**Valoare**
θS1-100	$\Theta_{S1-1} - \omega_{S1}$	97,4670
θ100-S2	$\Theta_{S1-100} \pm 200 + \omega_{100}$	105,4169
θS2-2	$\Theta_{100-S2} \pm 200 + \omega_{S2}$	120,8977

Tabel 2 Calculul orientărilor brute ale laturilor drumuirii

- **Calculul erorii de drumuire:**

Eroarea totală : $e_\Theta = \Theta_{S2-2}^{măsurat} - \Theta_{S2-2}^{calculat} = 0{,}0007$;

Toleranța : $T_\Theta = c\sqrt{n} = 0{,}0026$; unde n este numărul de stații

Corecția totală : $C_\Theta = -e_\Theta$;

Corecția unitară : $C_{\Theta_u} = \frac{C_\Theta}{n} = -0{,}0002$;

- **Calculul orientărilor definitive ale punctelor de drumuire:**

3.Calculul orientarilor corectate		
Orientare	**Mod calcul**	**Valoare**
θ'S1-1	**θS1-101+1*Cu**	97,4668
θ'100-S2	**θ100-S2+2*Cu**	105,4164
θ'S1-2	**θS1-2+3*Cu**	120,8970

Tabel 3 Calculul orientărilor corectate

- **Calculul creșterilor de coordonate ΔX și ΔY:**

$$\Delta X_{S1-100} = D1 * cos\Theta_{S1-100} = 2{,}410$$

$\Delta Y_{S1-100} = D1 * sin\theta_{S1-100}$=60,4766

- **Calculul erorii și corecției coordonatelor relative:**

Eroarea și corecția pe X

$e_X = \sum \Delta X - (X_{S2} - X_{S1}) = 0{,}0032$

$C_X = -e_X$

$C_{xu} = \frac{C_X}{\sum D_i} = 0{,}0000$

Eroarea și corecția pe Y

$e_Y = \sum \Delta Y - (Y_{S2} - Y_{S1}) = 0{,}0056$

$C_Y = -e_Y$

$C_{yu} = \frac{C_Y}{\sum D_i} = 0{,}0000$

- **Calculul coordonatelor absolute compensate:**

$\Delta X'_{S1-100} = \Delta_{S1-100} + C_{ux} * D_{S1,100}$ $\Delta Y'_{S1-100} = \Delta_{S1-100} + C_{uy} * D_{S1,100}$

$\Delta X'_{100-S2} = \Delta_{100-S2} + C_{ux} * D_{100,S2}$ $\Delta Y'_{S1-100} = \Delta_{S1-100} + C_{uy} * D_{S1,100}$

$X_{100} = X_A + \Delta X'_{S1-100}$ $Y_{100} = Y_A + \Delta Y'_{S1-100}$

$X_{S1} = X_{100} + \Delta X'_{100-S1}$=$X_{S1}dat$ $Y_{S1} = Y_{100} + \Delta Y'_{100-S1}$=$Y_{S1}dat$

6.Calculul coordonatelor absolute		
Punct	**X[m]**	**Y[m]**
100	586927,0053	392580,2069
S2	586921,3683	392646,2610

Tabel 4 Coordonatele absolute compensate ale rețelei de drumuire

II. ETAPA II : RADIEREA

În această etapă se determină coordonatele punctelor radiate parcurgând etapele de prelucrare a datelor de la metoda radierii. Punctele de sprijin utilizate sunt punctele de coordonate cunoscute S1, 1, 100 ,S2 ,2 ale drumuirii din care s-au vizat punctele radiate.

Ridicarea detaliilor s-a făcut din toate cele 3 puncte de stație iar în continuare vom exemplifica modul de calcul al coordonatelor din stația S1 cu orientare spre punctul 1.

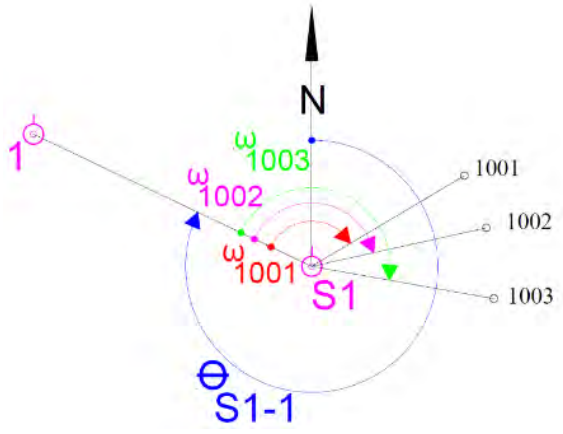


Fig 1 Schița radierii punctelor de detaliu

În prima etapă etapă pe baza orientării cunoscute θ_{S1-1} și a unghiurilor orizontale „ω” se determină orientările punctelor radiate.

- **Orientarea cunoscută**

θ_{S1-1}	328,2351

Tabel 5 Orientarea cunoscută

- **Calculul orientărilor punctelor radiate**

Punct statie	Punct vizat	θ	Mod de calcul
S1	1001	65,8560	$\Theta_{S1-1}+\omega_{1001}-400^g$
	1002	86,1571	$\Theta_{S1-1}+\omega_{1002}-400^g$
	1003	111,1934	$\Theta_{S1-1}+\omega_{1003}-400^g$

Tabel 6 Calculul orientărilor punctelor radiate

În a doua etapă se *calculează coordonatele relative* ale punctelor utilizând următoare relație de calcul :

$$\Delta X=D*\cos\Theta$$

$$\Delta Y=D*\sin\Theta$$

unde D reprezintă distanța de la punctul de stație S1 la punctul radiat

În cea de a treia etapă se *calculează coordonatele absolute* ale punctelor de detaliu pe baza calculului anterior utilizând următoarea relație de calcul:

$$X_j = X_i + \Delta X_{ij}$$

$$Y_j = Y_i + \Delta Y_{ij}$$

III. INTOCMIREA PLANULUI TOPOGRAFIC

Planul topografic este reprezentarea convențională, în plan, analogică sau digitală, a unei suprafețe de teren, într-o proiecție cartografică și într-un sistem de referință. În România, planul topografic se întocmește în sistemul de proiecție Stereografic 1970 și în sistemul de referință Marea Neagră 1975.

După realizarea ridicării topografice prin metodele menționate mai sus cu ajutorul Stației Totale Leica TS06 se vor parcurge mai multe etape pentru întocmirea planului topografic:

- Descărcarea datelor din stația totală și obținerea carnetului de teren intr-un format CSV sau TXT;

- Raportarea punctelor din fișierul de coordonate extras din Stația Totală s-a făcut utilizând versiunea 2002 a programului AutoCAD , versiune care permite utilizarea directă a codurilor asociate punctelor preluate din teren;

Pentru realizarea raportării punctelor se vor parcurge următoarele etape aferente:

- Importarea fișierului de coordonate (Terrain – File – Import);
- Efectuarea setărilor necesare importării;
- Raportarea punctelor prin efectuarea în ordine a comenzilor (Terrain – Layout – Generate);

3. Configurarea programului TopoLT, alegerea scării planului, etc;
4. Realizarea caroiajului în funcție de scara planului, pentru lucrarea prezentă caroiajul a fost realizat pentru scara 1:500;

În urma parcurgerii tuturor pașilor menționați mai sus se obține planul topografic existent necesar întocmirii proiectului de modernizare.

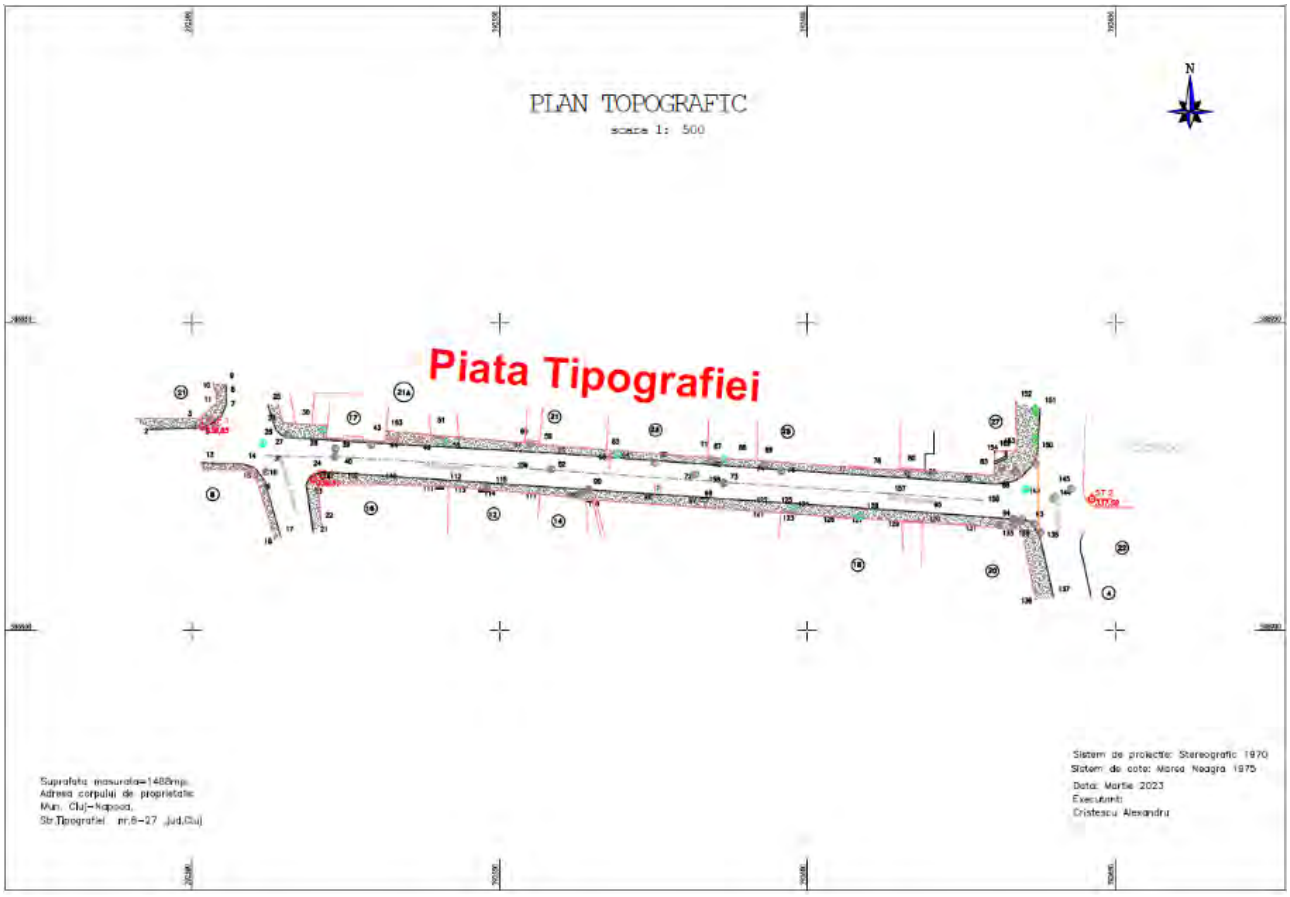


Fig 2 Planul Topografic existent

Concluzii:

În concluzie, realizarea proiectului de modernizare a unei căi de comunicații este posibilă prin intermediul mai multor factori esențiali, unul dintre ei fiind planul topografic.

Prin implemetarea procesului de ridicare topografică în parcursul lucrării noastre, a metodelor de măsurare și a prelucrării aferente a datelor , s-a produs realizarea planului respectiv. Importanța acestui plan este una majoră, fiind suportul care stă la baza realizării proiectului de modernizare, permițând cunoașterea situației existente din teren.

BIBLIOGRAFIE

[1] – Sanda Naș, Măsurători Topografice, Editura Risoprint, Cluj Napoca, 2017

[2] – https://cadastru.biz/my-blog/cadastru-si-intabulare/ce-este-planul-topografic

CONSIDERAȚII PRIVIND REALIZAREA PLANULUI DE SITUAȚIE A STRĂZII CEAHLĂU PRIN INTERMEDIUL TEHNOLOGIEI U.A.V.

Autor/autori
Arsinica Maria CUREA[1*], Darius Eduard SOMESAN[2], Andreea Cristina CORDOS[3]
[1]*Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, miacurea@gmail.com*
[2]*Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, somesandarius16@gmail.com*
[3]*Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Andreeacordos13@gmail.com*
Îndrumător/îndrumători
Conf. Dr. Ing. Mircea BONDREA
Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Mircea.Bondrea@mtc.utcluj.ro

REZUMAT:

Utilizarea tehnologiei U.A.V.(*Unmanned Aerial Vehicle*) pentru măsurătorile topografice are o serie de avantaje inclusiv costuri mai mici, precizie mai mare si timp redus de colectare a datelor. La obținerea planului de situație am folosit drona DJI Mavic Pro. Pentru prelucrarea datelor s-au folosit următoarele soft-uri: AutoCAD, AgiSoft Metashape . Măsurătorile s-au realizat in județul Cluj, în localitatea Cluj-Napoca, strada Ceahlău (tronsonul este delimitat de intersecția cu strada Observatorului și strada Cireșilor). Scopul acestei măsurători este acela de a realiza un plan de situație, într-un timp mai scurt, iar prelucrarea datelor fiind mai precisă.

Cuvinte cheie: Dronă, ortofotoplan, GNSS, plan de situație, U.A.V.

1)INTRODUCERE

Prezenta lucrare cuprinde date referitoare la lucrarea topografica efectuata cu ajutorul tehnologiei UAV și a tehnologiei GNSS în vederea realizării unei plan de situatie, a modelului 3D și a ortofotoplanului zonei studiate. Pentru realizarea lucrării propriu-zise s-au analizat metodele prin care se poate realiza studiul zonei.

În final optând pentru utilizarea tehnologiei UAV îmbinată cu tehnologia GNSS pentru a marca în teren punctele de control la sol necesare georeferentierii ulterioare zborului cu drona. Prin acestă metodă am incercat sa obținem precizia cerută de proiectant pentru planul de trasare.

2)DESCRIEREA APARATURII

2.1 Aparat cu sistem G.N.S.S. Hi Target V30 Plus GNSS RTK System

Numar de canale: 440
Receptioneaza simultan semnalelele urmatorilor sateliti:

– GPS: L1, L2, L5
– BeiDou: B1, B2, B3

– GLONASS: L1, L2
– Galileo: E1, E5a, E5b
– SBAS: L1
– QZSS: L1, L2, L5

Precizie si fiabiliate

Pozitionare statica de inalta precizie
– orizontal: 2.5 mm +0.5 ppm RMS
– vertical: 5 mm + 0.5 ppm RMS

Pozitionare retea RTK
– orizontal: 8 mm + 0.5 ppm RMS
– vertical: 15 mm +0.5 ppm RMS
– timp de initializare: sub 10 s
– precizie la initializare: peste 99.99 %

Nivela electronic



Fig. 1 Aparat cu sistem G.N.S.S. Hi Target V30 Plus GNSS RTK System

2.2. Dronă DJI Mavic Pro





Fig. 2, 3 Drona DJI Mavic Pro

DJI Mavic Pro este o dronă mică, dar performantă. Cutia compactă păstrează tehnologia extrem de complexă care face din Mavic Pro cea mai complexa cameră zburătoare DJI de până acum. 24 nuclee de calcul performante, un nou sistem de transmisie cu o rază de acțiune de până la 7 km, 5 senzori optici și o cameră 4K cu gimbal stabilizator pe 3 axe.

\

3)DESCRIEREA SOFT-URILOR DE PRELUCRARE A DATELOR

3.1 AutoCAD

AutoCAD (din engleză de la CAD = Computer-aided design sau Computer-aided design and drafting) este un program CAD utilizat în proiectarea planurilor de construcție în două dimensiuni (2D), mai puțin în trei dimensiuni (3D), dezvoltat și comercializat de compania americană Autodesk.

Pentru desenele tehnice şi reprezentările grafice utilizând programe informatice, precum AutoCAD avem urmatoarele avantaje:

- pot fi realizate proiecte la scară naturală (scara 1:1)
- precizia de execuţie a desenelor este foarte mare (16 zecimale după virgulă)
- timpul de execuţie este redus deoarece există biblioteci cu obiecte standardizate care pot fi înserate în desen (Design Center)
- calitatea exceptionala si costuri de executie reduse
- desenele pot fi exportate în alte aplicaţii şi apoi prelucrate

3.2 TopoLT

TopoLT este un program cu utilizare în topografie și cadastru, comercializat de compania CADWARE Engineering. Programul conține unelte pentru aplicații 2D și 3D și o serie de facilități de configurare a elementelor desenate, utile pentru realizarea de planuri topografice sau cadastrale, pentru modelul tridimensional al terenului și curbelor de nivel, pentru calcularea volumelor de săpătură și umplutură, pentru georeferențierea imaginilor raster, cât și la printarea automată. TopoLT este compatibil cu programele AutoCAD, BricsCAD și ZWCAD.

3.3. AgiSoft Metashape

Agisoft Metashape este o solutie software de ultima generatie ce permite procesarea imaginilor de la camerele RGB sau multispectrale, inclusiv sisteme cu mai multe camere, în cloud-uri cu puncte dense, modele poligonale texturate, ortomozaice reale cu georeferinte .

Post-procesarea suplimentara permite eliminarea umbrelor si artefactelor de textura, calcularea indicilor de vegetatie si extragerea informatiilor pentru hartile de actiune ale echipamentelor agricole, clasificarea automata a cloud-urilor cu puncte dense, etc.

Bazat pe tehnologia de ultima generatie dezvoltata de Agisoft, Metashape permite o procesare foarte rapida, oferind în acelasi timp rezultate foarte precise atât pentru fotografia aeriana cât si pentru cea de apropiere (pâna la 3 cm in plan pentru fotografia aeriana si pâna la 1 mm pentru cea de apropiere). Agisoft Metashape poate procesa peste 50.000 fotografii dintr-un grup local, datorita functionalitatii de procesare distribuite.

4)PREZENTAREA ZONEI DE INTERES

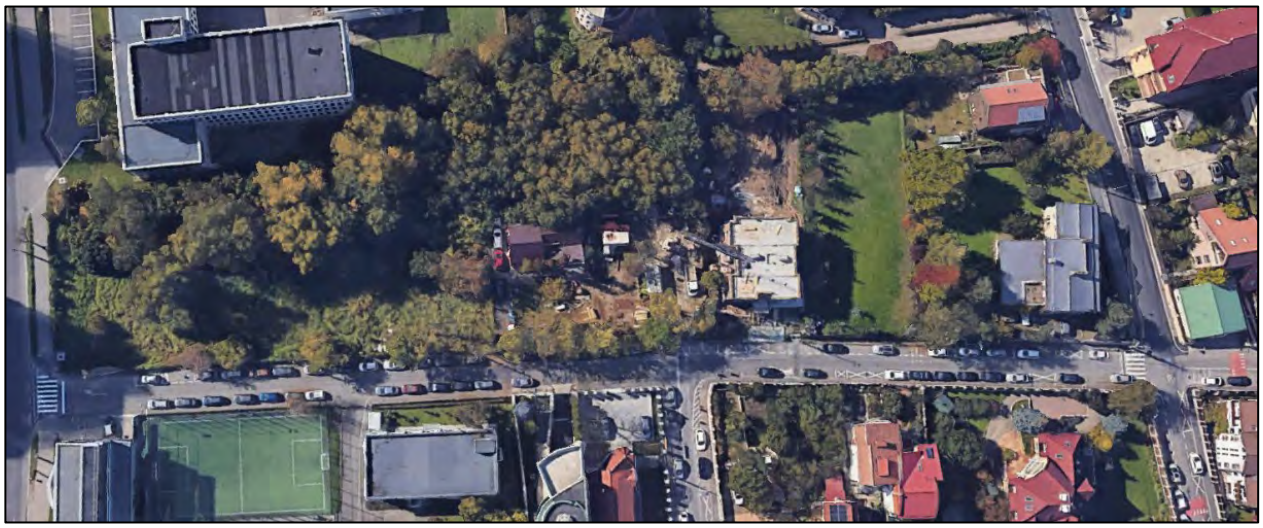


Fig. 4 Strada Ceahlau vazuta in platforma Google Earth

Strada Ceahlău din Cluj-Napoca,Jud. Cluj este situată într-o zonă centrală a orașului. Ea se întinde pe o lungime considerabilă, echipa noastra efectuand masuratori pe o lungime de 200 de metrii, tronsonul fiind delimitat de intersecția cu strada Observatorului și strada Cireșilor. Localizarea caii de comunicatie pe foaia de trapez fiind:L-34-48-C-a-4-III, la scara 1:5000.

5)ETAPE DE LUCRU

•Identificarea Obiectului de Lucru: întocmirea unui plan de situație
•Alegerea echipamentului si selectarea zonei
•Efectuarea masuratorilor folosind drona si GNSS

În ce consta efectuarea zborului cu UAV a fost necesară o vizualizare cât mai bună a terenului, motiv pentru care, am folosit aplicația Drone Deploy. Odată cu utilizarea aplicației și cu observarea amplă a terenului s-au efectuat setările parametrilor de zbor, drona fiind setată să preia imagini 2D de la o altitudine de 36m, cu latimea coridorului de 45 m, masuratoarea fiind efectuata in 6 minute si 34 secunde pe o distanta de 200 de metrii. In final au rezultat 129 de capturi si s-a folosit o singura baterie. Pentru a se putea realiza ulterior o prelucrare corectă a informațiilor rezultate în urma zborului cu drona am marcat în teren reperii de control la sol cu ajutorul sistemului GNSS. Aceste repere s-au materializat cu buloane metalice si spray galben pentru evidentiere. Cu ajutorul acestor reperi s-a realizat trans calculul coordonatelor imaginilor din zona de studiu în așa fel încât acestea sa fie în Sistemul de Coordonate Stereografic 1970 din punct de vedere planimetric și în Sistemul de cote Marea Neagră 1975 din punct de vedere altimetric.



Fig.5,6 Materializarea cu spray a punctului 113

6)ETAPE DE PRELUCRARE A DATELOR

Primul pas este cel de a prelucra ortofotoplanului.Începem procesul cu aplicația Agisoft Metashape, importând imaginile din directorul în care au fost salvate și demarând procesul de prelucrare cu scopul de a obtine un nor de puncte.

Datele obținute au fost procesate prin următoarele operații:

•încărcarea imaginilor în programul Agisoft Metashape
•verificarea imaginilor încărcate, ștergerea imaginilor neutilizabile
•alinierea fotografiilor
•inserarea unui fișier Notepad care conține coordonatele(N, E, H) a unor puncte din rețeaua geodezică care au fost vizibile din dronă, denumite markeri în program
•poziționarea markerilor pe fotografiile care conțineau punctele de coordonate cunoscute
•setarea în program a Sistemului de Coordonate Stereo 70
•realizarea norului de puncte
•construcția rețelei de puncte (build Tilted Model)
•generarea texturilor
•construcția modelului digital de elevație (DEM)
•obținerea ortofotoplanului
•obținerea modelelor digitale de teren și de suprafață (DTM/DSM)
•desenarea profilelor transversale
•exportarea rezultatelor

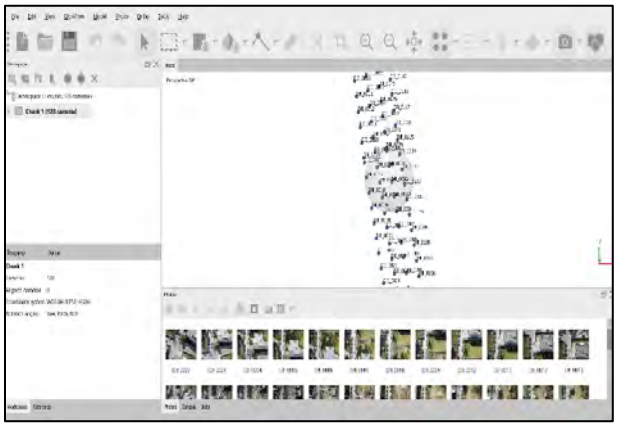


Fig.7 încărcarea imaginilor în programul Agisoft Metashape

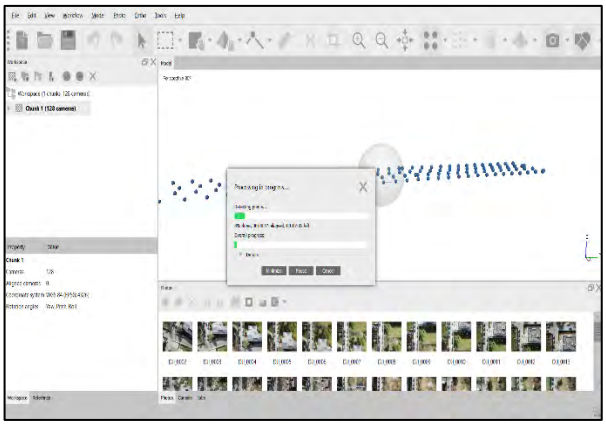


Fig.8 alinierea fotografiilor

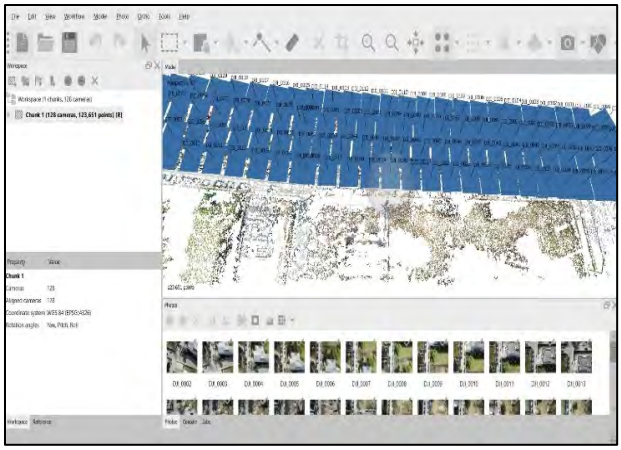


Fig.9 Crearea norului rar de puncte

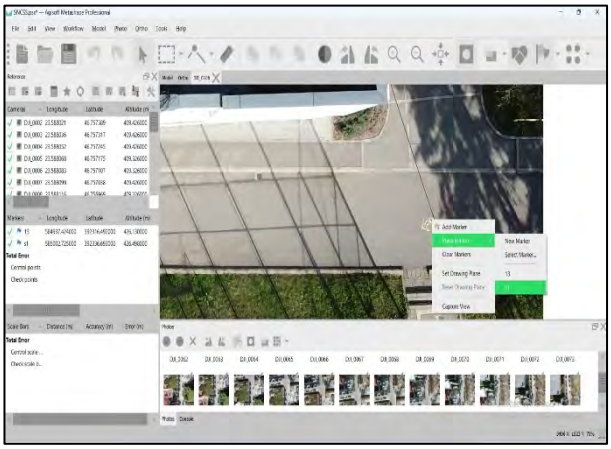


Fig.10 Adaugarea markerilor

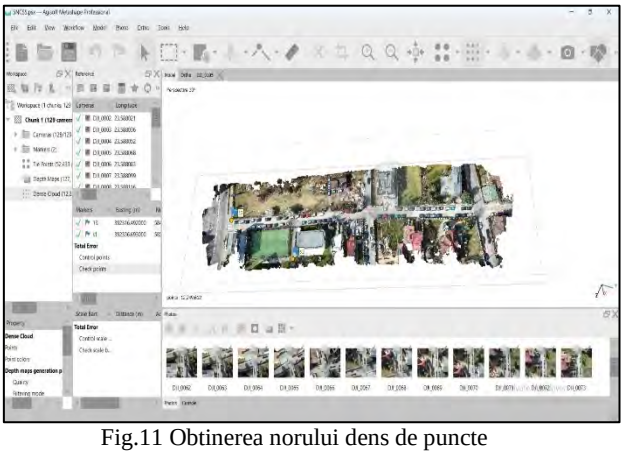


Fig.11 Obtinerea norului dens de puncte

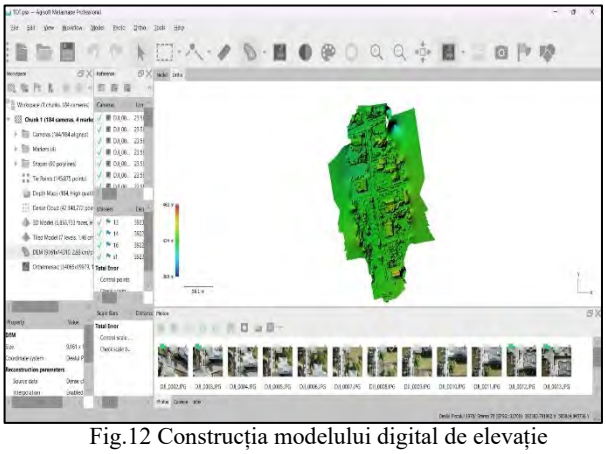


Fig.12 Construcția modelului digital de elevație



Fig. 13 Ortofotoplanul

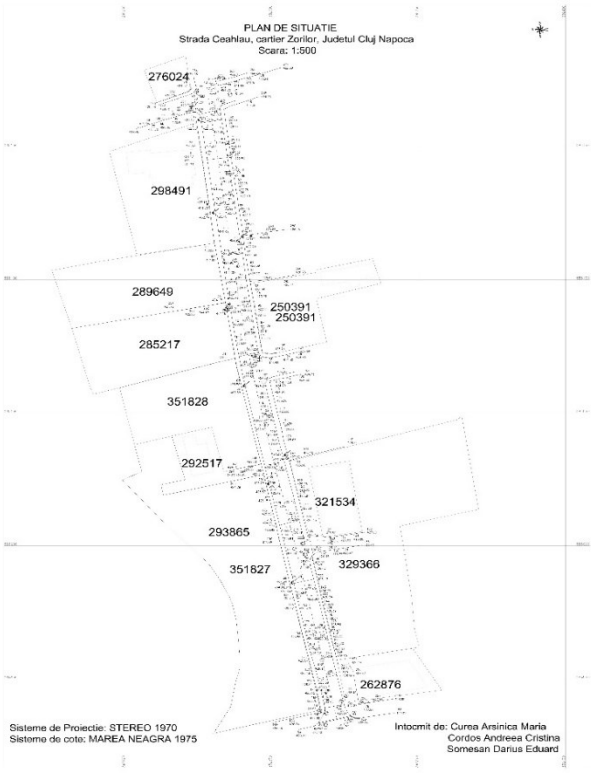


Fig. 14 Planul de situație

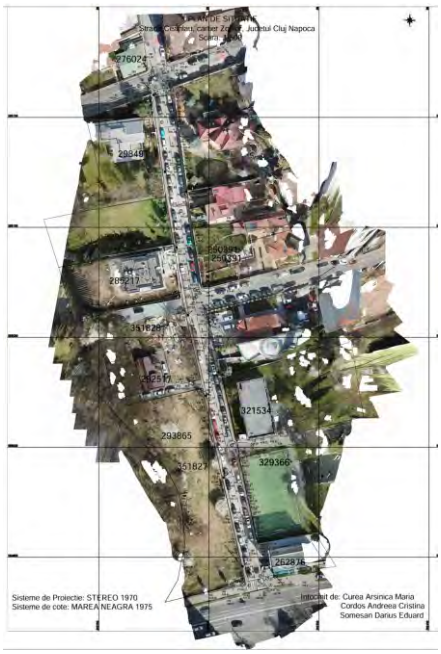


Fig. 15 Planul de situație suprapus cu ortofotoplanul

7) CONCLUZII

In acest proiect s-a prezentat intocmirea unui plan de situatie folosind tehnologia GNSS si UAV. In urma masuratorilor efectuale si prelucrarii datelor, am dedus o serie de avantaje si dezavantaje a tehnologiei folosite.

AVANTAJE	DEZAVANTAJE
Măsurători precise	Durata prelucrării datelor
Necesita puțin personal	Echipament costisitor
Reducerea costurilor firmei	Efectuarea măsurătorii depinde de condițiile meteo
Rapiditatea efectuării măsurătorilor	Mai costisitor pentru solicitant

Tabel nr.1 Avantaje si dezavantaje a tehnologiei GNSS si UAV

BIBLIOGRAFIE

https://www.topocadvest.ro/produs/sistem-rover-gps-rtk-hi-target-v30-plus/
https://www.emag.ro/drona-dji-mavic-pro/pd/DGZ6DDBBM/
https://dji-store.ro/products/mavic-2-pro
https://ro.wikipedia.org/wiki/TopoLT

TRASAREA UNUI SPAȚIU COMERCIAL CU RISC DE INUNDABILITATE IN ZONA LIMITROFĂ A RÂULUI SOMEȘ DIN LOCALITATEA DEJ

Autor

Andreea L. GREC,
Facultatea de construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, grecdeea@gmail.com

Îndrumător
CONF.DR.ING.ADRIAN RĂDULESCU
Facultatea de constrcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Adrian.Radulescu@mtc.utcluj.ro

REZUMAT: *Trasarea topografică am putea să o asemănăm cu structura oricărei limbi scrise(etapa de pregătire topografică a proiectului) și vorbite(aplicarea metodelor de trasare pe teren). Din punct de vedere topografic, problema trasării poate fi dezvoltată pornind de la trasarea elementelor simple topografice până la trasarea unei anumite construcții în anumite condiții de teren. În prezenta lucrare, mai exact trasarea unui spațiu comercial cu risc de inundabilitate in zona limitrofă a râului Someș din localitatea Dej, se va dezbate un caz aparte în care spontaneitatea râului joacă un rol important. Totul depinde de debitul apei în condiții meteorologice nefavorabile, prin urmare se vor descrie și exemplifica trasarea elementelor simple topografice, metodele generale de trasare topografică, metodele speciale de trasare topografică, aplicarea metodelor de trasare la trasarea spațiului comercial, problema deosebită la trasarea construcției și trasarea construcției in condiții speciale, corelat cu nevoile beneficiarului adăugate pe parcursul lucrării.*

Cuvinte cheie: trasare, spațiu comercial, volume, Reference line.

1. Introducere

1.1. Date generale a trasării

Noțiunea de trasare are în vedere aplicarea pe teren a unor elemente topografice extrase din planurile arhitecturale sau a unor elemente topografice cunoscute, acestea fiind calculate dintr – un proiect de construcții. Elementele topografice, fie ele extrase sau cunoscute, definesc în final un detaliu de construcții proiectat, de exemplu un stâlp de rezistență sau un cuzinet, care urmează să fie executat pe teren. Aplicarea pe teren a proiectelor de construcții în vederea execuției acestora implică efectuarea de lucrări topografice atât de teren cât și de birou.

1.2. Tipuri de trasare și metodele existente

Aceste metode au un caracter general care se pot aplica tutror categoriilor de construcții, în orice condiții de trasare, cu adaptări și particularizări aferente fiecărui caz.

Metodele principale de trasare sunt:

- Metoda coordonatelor polare(simple, duble, intersecției înainte, intersecției înapoi, triunghiului inchis, intersecției liniare)
- Metoda coordonatelor rectangulare
- Metoda aliniamentelor

- Metoda intersecției separate
- Metoda reducțiilor
- Metoda poligonometriei proiectate
- Metoda figurii de trasare

1.3. Aparatura utilizată

1. Stație totală Leica TS06 Plus;
2. Sistem GNSS Hi-Target V90 Plus;
3. UAV Dji M200 v2 + Zenmuse X5s + Flir vue pro r;
4. Smartphone Iphone 11



Figura 1. Aparatura utiliză

1.4. Softuri utilizate

1. AutoCAD Map+Civil și estensia TopoLT;
2. Pix4D Mapper;



Figura 2. Softuri utilizate

2. Studiu de caz

2.1. Amplasamentul zonei + explicarea problemei

Spațiul comercial care face obiectul acestei lucrări științifice se află în localitatea Dej, județul Cluj, în proximitatea benzinăriei Petrom, vis-a-vis de hotelul Black Tulip, având ca vecin, în partea de Nord, Calea ferată.Suprafața construcției este de 1382mp, având regimul de înălțime P, destinația CAS- Construcții adimistrativ sociale, iar suprafața imobilului care urmează a fi amenajat este de 100000mp, având categoria de folosință Cc- curți construcții.

Zona studiată dispune de o serie de caracteristici care au creat mai multe obstacole încă din perioada de analiză a proiectului. Un prim obstacol de care ne-am lovit a fost faptul că este o zonă inundabilă, deoarece se află în zona limitrofă a râului Someș. Al doilea obstacol a fost natura argiloasă a solului. În acest caz, a fost nevoie de acordul Apelor Române, de la care am primit aprobarea, pentru începerea lucrărilor. Condiția de aprobare a Instituției a venit în forma unui aviz care ne condiționa să îndiguim toată lungimea imobilului, astfel construind o zonă "safe" care ne protejează de posibile dezastre.

2.2. Pregătirea topografică a proiectului la vederea aplicării acestuia in teren

Pregătirea topografică cuprinde următoarele etape:

A. Alegerea rețelei topografice de trasare, compusă din coordonatele punctelor cunoscute;

B. Alegerea metodelor adecvate pentru trasarea punctelor din proiect, această etapă se face în funcție de condițiile existente de măsurare, dimensiunile și forma construcțiilor, situația existentă în teren și de aparatura folosită pentru trasare;

C. Alegerea instrumentelor topografice necesare trasării, în funcție de preciziile cerute de beneficiar;

D. Calculul elementelor de trasare, atât în plan orizontal cât și în plan vertical;

E. Calculul preciziei necesare de trasare in plan a punctelor din proiect.

2.3. Metodele utilizate pentru trasarea in teren

Ținând cont de factorii prezentați mai sus, au fost alese ca și metode de trasare ,, Metoda coordonatelor polare duble'' și metoda „Linie de referinta (Reference Line)''.

- Metoda coordonatelor polare duble

Utilizarea acestei metode în vederea trasării în teren a obiectivelor proiectate se face în situațiile în care atât unghiurile cât și distanțele pot fi măsurate. Indiferent de metoda utilizată pentru trasare, va exista mereu o bază de sprijin, formată din două puncte de coordonate cunoscute.

În cadrul acestei metode, elementele necesare trasării în teren a punctelor sunt unghiurile orizontale față de baza de trasare și distanțele.

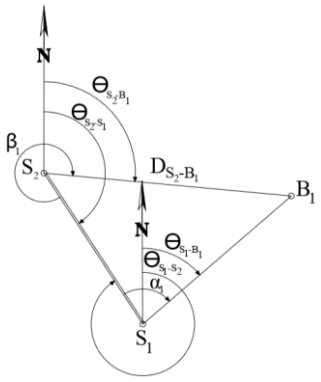


Figura 3. Metoda coordonatelor polare duble

- Metoda liniei de referință

Stațiile totale sunt dotate cu acest program care ușurează trasarea sau verificarea punctelor unor construcții.

O linie de referință poate fi definită ca o linie de bază cunoscută (coordonatele capetelor sunt cunoscute), în funcție de care se pot trasa celelalte obiective proiectate. Acestea sunt figurate ca având un Delta L (delta line / lenght) și un Delta O (Delta offset) în funcție de linia de referință aleasă.

Procedura de utilizare a metodei Liniei de Referință (reference line):

1. Alegerea liniei de referință (baza). Linia de bază este fixată de două puncte de coordonate cunoscute care pot fi definite în trei moduri:

a. Puncte măsurate;

b. Puncte (de coordonate cunoscute) introduse folosind tastura;

c. Puncte selectate din memoria aparatului.

2. Trasarea punctelor proiectate prin măsuratori repetate, obținând Delta L si Delta O în funcție de poziția în care ne aflăm față de linia de referință, ca apoi persoana de la receptor să se poziționeze până ajungem la punctul ce dorim sa îl trasăm.

Trasarea punctelor introducând în progam Delta L si Delta O dorit, astfel încât stația totală să efectueze calculele necesare pentru trasarea punctului dorit ca și ,, Stake – out ’’ (coordonate polare – distanță și unghi orizontal).

Principiul se bazează pe trasarea elementelor in funcție de o linie de referință, care este formată din două puncte de coordonate cunoscute. Această linie de referință poate să fie reprezentată de baza de trasare sau de o axă a construcției, cu condiția ca, punctele care formează linia de referință să aibă coordonatele cunoscute.

Programul Reference Line calculează automat, din măsurători sau coordonate, punctul vizat relativ la linia de referință. Pentru trasarea unui punct folosind acest program specific stațiilor totale, este nevoie de două distanțe. Prima distanță denumită Delta Offset, care reprezintă distanța perpendiculară pe linia de referință și o linie paralelă cu linia de referință, până la punctul de trasat. A doua distanță denumită Delta Line, este reprezentată de distanța de la primul punct de referință înspre al doilea punct de referință, și poziția punctului de trasat.

Este de precizat faptul că, valorile distanțelor Delta Line si Delta Offset pot să fie pozitive sau negative, în funcție de linia de referință aleasă, în special de primul punct care devine punct de origine

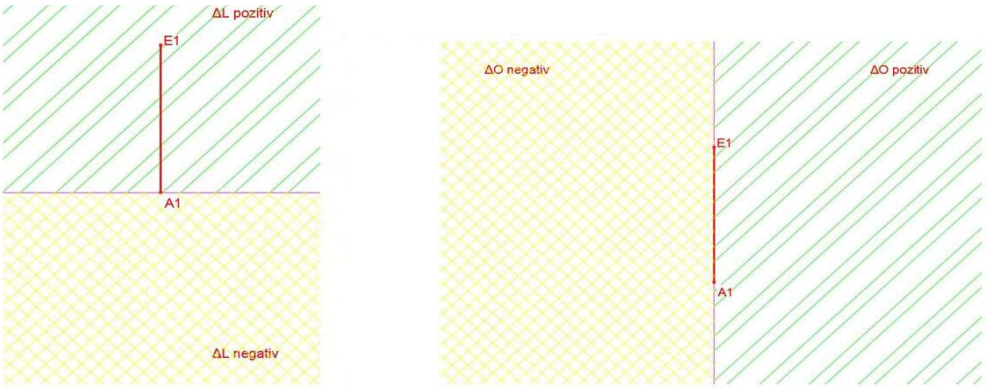


Figura 4. Semnele valorilor Delta Line si Delta OFFSET

2.4.Lucrări topografice de birou

La baza trasărilor construcțiilor stă planul de trasare al axelor, în care sunt indicate toate axele construcției. Folosind planurile arhitecturale primite de la arhitect au fost realizate planurile de trasare, calculul elementelor necesare trasării dar și alegerea metodei necesare fiecărei etape. Pregătirea topografică a proiectului de execuție în vederea trasări elementelor proiectate pe teren cuprinde:

1.Aducerea la scară a planurilor arhitecturale și suprapunerea sistemului de axe întocmit de către proiectant / arhitect peste planul topografic întocmit de inginerul geodez, în vederea realizării planurilor de trasare;

2.Alegerea metodelor de trasare și calculul elementelor necesare pentru transpunerea în teren a elementelor topografice.

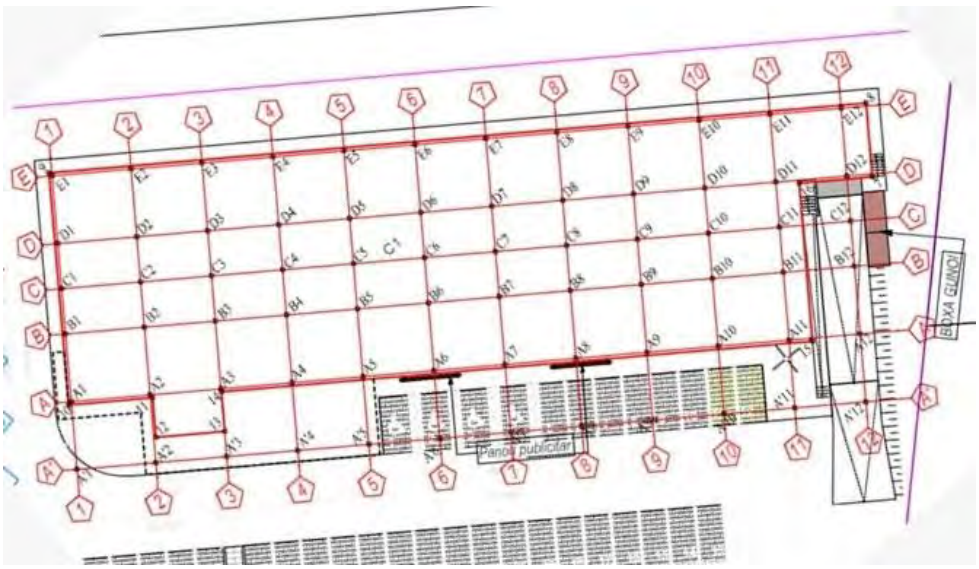


Figura 5. Planul de trasare cu axe

2.5.Lucrări topografice de teren

2.5.1 Trasarea fundațiilor

În prima etapă de teren, au fost trasate axele construcțiilor în vederea realizării săpăturilor pentru fundații. În această etapă, a fost folosită metoda coordonatelor polare duble pentru transpunerea în teren a punctelor de intersecție ale axelor construcțiilor, materializând în prima fază prin țăruși aceste puncte. Pentru a ușura munca și procesul de execuție a constructorului dar și a etapelor următoare, s-au transpus pe balize prelungirile axelor folosind metoda Reference Line (Linie de referință). În acest sens, au fost construite la fața locului, în interiorul imobilului, balize din lemn poziționate la distanța față de viitoarele săpături pentru fundații. Trasarea pe balize a fost realizată pentru a putea permite constructorului să reconstituie punctele de intersecție ale axelor pe parcursul execuției fundațiilor.



Figura 6. Fundția și balizele

2.5.2. Trasarea intersecțiilor de axe

La finalizarea lucrărilor necesare pentru execuția fundațiilor și a planșelor aferente construcției s-a realizat trasarea punctelor de intersecție ale axelor pentru execuția zidăriilor. În această etapă a fost aleasă ca și metoda de trasare, metoda Liniei de Referință.

2.5.3. Poziționarea cuzineților

Există multe tipuri de fundație dar, cele mai simple sunt: fundația izolata sub stâlpii de susținere și fundația pe cuzineți. Cuzinetul este un element de construcție fabricat din beton armat, cu rolul de a prelua toată încărcătura unui element de rezistență a unei construcții (stâlp) și a o transmite spre sol.

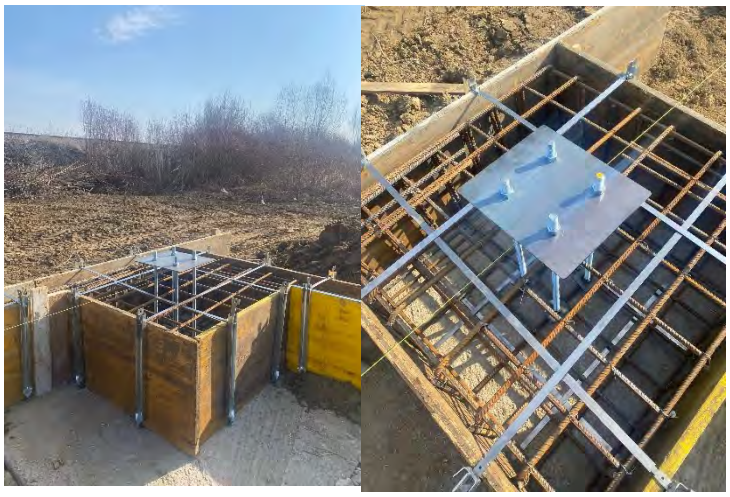


Figura 7. Structura cuzinetului

În acest caz, a fost aleasă fundația pe cuzineți care face parte din categoria fundațiilor executate sub stâlpi care cuprind fundațiile izolate sub stâlpi și fundațiile continue sub stâlpi, dar și pentru faptul că este una dintre cele mai bune variante atunci când avem o structură metalică. Rolul topografului în această parte a proiectului a fost de verificare a fiecărui cuzinet în parte pentru a putea fi sudați la precizie maximă de armătură și pentru a da cota acestuia. Aceștia au fost poziționați pe conturul construcției la fiecare început de axă, precum in figura 8.

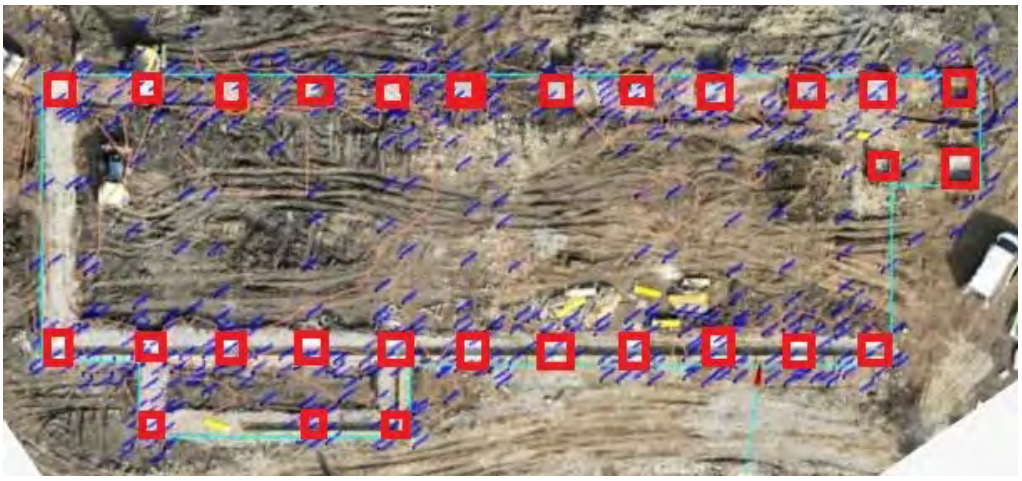


Figura 8. Poziționarea cuzineților

2.5.4. *Trasarea verticalității stâlpilor*

În construirea unui spațiu comercial, trasarea verticalității stâlpilor este la fel de crucială ca în orice alt proiect de construcție. Acești stâlpi sunt esențiali pentru susținerea structurii clădirii și asigurarea stabilității sale pe termen lung. Stâlpii sunt elemente portante fundamentale ale oricărei construcții comerciale. Aceștia susțin greutatea clădirii și distribuie încărcăturile către fundație și structura de rezistență. Sunt 28 de stâlpi, unu pentru fiecare cuzinet, iar verticalitatea se verifică din două direcţii perpendicular, vizând muchiile stâlpului.

2.5.5. *Calculul volumelor*

Pentru a consolida terenul, au fost aduse camioane care transportau beton. Acesta a fost înălțat în intervalul a 1-3 metri. Terenul a fost reamenajat și, în cele din urmă, parcarea a putut fi construită. S-a realizat astfel un desen volumetric, segmentat în funcție de categoriile de material folosite, anume: pavaj+sort de 10cm, piatră de 15 cm și balast de 35cm. Din cauza taluzului, a fost calculată și cantitatea necesară umpluturi pentru a stabili cât pământ va trebui îndepartat sau pus pentru a echilibra terenul.

3. Concluzie

Investitorul nu găsește întotdeauna cele mai accesibile terenuri. Rolul geodezului în acest caz a fost de a găsi soluția optimă de îndreptare a problemelor cu care ne-am lovit în prima fază, zona inundabilă, teren accidentat și diferențe de nivel mari între puncte. Prezența noastră în șantier pe parcursul a trei săptămâni a redat un teren practicabil pentru amenajarea parcărilor și a platformelor, precum și o zonă stabilă și sigură pentru trasarea spațiului comercial.

BIBLIOGRAFIE

1. Gheorghe M.T. Rădulescu, Adrian Traian G.M. Rădulescu. (2012). Topografie inginerească
2. https://usabtm.ro/utilizatori/agricultura/file/organizare/cadastru/Barliba%20Costel/Ridicari%20Topografice%20Speciale/Barliba_CURS_RTS.pdf
3. https://timpliber.ro/casa-hay/fundatia-casei-trasare-sapaturi-si-turnare-cuzineti/
4. https://www.rombadconstruct.ro/fundatia-casei-pe-cuzineti-executie.html#google_vignette

REALIZAREA CADASTRULUI SISTEMATIC IN INTRAVILANULUI SAT SEBESUL DE SUS OMUNA RACOVITA

Autor

Vlad LARIONESI

Facultatea de Constructii., Universitatea Tehnica din Cluj-Napoca, e-mail:larionesivlad12@gmail.com .

Îndrumător

Prof.Dr.Ing. Mircea Vasile BONDREA

Facultatea de Constructii, Universitatea Tehnica din Cluj-Napoca, , e-mail: Mircea.BONDREA@mtc.utcluj.ro

Cuvinte cheie: cadastru sistematic, imobilelor, cartile funciare, fotogrametrie, GNSS.

ETAPELE REALIZARII CADASTRULUI GENERAL

Întocmirea lucrărilor de cadastru sistematic nu reprezintă doar un proces de cartografiere a anumitor zone, ci și un mod de identificare a drepturilor de proprietate sau a altor drepturi asupra imobilelor.

Înregistrarea sistematică a imobilelor se realizează în cadrul unui proces complex, care este alcătuit din mai multe etape.

Etapele care trebuie parcurse sunt:

a) Campania de informare publică;

b) Lucrările preliminare;

c) Derularea lucrărilor de specialitate;

d) Recepția documentelor tehnice ale cadastrului;

e) Publicarea documentelor tehnice ale cadastrului;

f) Primirea și soluționarea cererilor de rectificare;

g) Actualizarea documentelor tehnice ale cadastrului;

h) Deschiderea cărților funciare;

i) Încheierea lucrărilor tehnice de cadastru;

1. *CAMPANIA DE INFORMARE PUBLICA*

Prin intermediul acestei etape, am adus la cunoștința cetățenilor aspecte cu privire la realizarea lucrărilor sistematice de cadastru, precum: beneficiile acestora, procedura de realizare a lucrărilor și modul în care deținătorii imobilelor vor fi implicați în aceste operațiuni.

2. *Lucrări preliminare*

Lucrările preliminare se împart în următoarele etape:

a) Organizarea lucrărilor sistematice de cadastru;

b) Studiul datelor analogice și digitale preluate de la Achizitor;

c) Recunoașterea terenului;

d) Realizarea raportului preliminar;

3. Derularea lucrărilor de specialitate

În cadrul acestor lucrări, se vor înscrie în cărțile funciare suprafețele rezultate din măsurători. Totodată, conform legii, situația imobilelor reflectată în documentele tehnice realizate trebuie să fie în concordanță cu situația tehnico-juridcă a acestora.
Etapele derulării lucrărilor de specialitate sunt:
a) Determinarea tarlalelor, cvartalelor și a sectoarelor cadastrale;

b) Identificarea limitelor imobilelor;

c) Pregătirea fișei de date a imobilului;

d) Identificarea deținătorilor și colectarea actelor;

In aceasta etapa s-au efectuat de tip fotogrametice si GNSS cu Drona WingtraOne si GPS Trimble R8s.



Figura 1. Ortofoplanul 1



Figura 2. Ortofoplanul 2

In urma digitizarii planurilor cadastrale si vectorizarii ortofotaplanului ne-a rezultat un plan cadastral care contine 445 de imobile si 1040 de constructii cu caracter permanent.



Figura 3. Plan cadastral cu ortofotoplan

Receptia documentelor tehnice ale cadastrului

Receptia documentatilor tehnice cadastrale se imparte in doua etape:
Livrarea 1 - Documentele tehnice ale cadastrului spre publicare;
Livrarea 2 - Documentele tehnice ale cadastrului finale.
Documentatia tehnica cadastrala care v-a fii depusa la Oficiul de Cadastru este formata din urmatoarele :
1. Planul Cadastral, întocmit la scara 1:1000 ;

2. Plan de încadrare în zonă pe ortofotoplan;

3. Adeverința emisă de autoritățile administrației publice locale;

4. Registrul cadastral al imobilelor – am anexat în cadrul prezentei lucrări fila de registru realizat pentru imobilul a cărui identificator unic este 2;

5. Opisul alfabetic al titularilor drepturilor reale de proprietate, al posesorilor și al altor deținători;

6. Fisa de date a imobilului ;

7. Memoriul tehnic

4. *Primirea și soluționarea cererilor*

Cererile de rectificare și contestațiile se pot realiza în termen de 60 zile de la afișare.

5. *Actualizarea documentelor tehnice ale cadastrului*

Prestatorul actualizează documentele tehnice ale cadastrului în baza procesului- verbal de soluționare a cererilor de rectificare, a cererilor de rectificare și a documentelor doveditoare.

Pe baza datelor actualizate, prestatorul predă documentele tehnice finale în format analogic și digital la OCPI.

6. *Deschiderea cărților funciare*

În baza documentelor tehnice finale ale cadastrului și a documentelor aferente, OCPI deschide cărțile funciare.

În acest sens, OCPI elibereaza:

- Extrasul de carte funciara pentru informare.
- Extrasul de plan cadastral

7. *Încheierea lucrărilor tehnice de cadastru*

De la data deschiderii noilor cărți funciare pentru sectorul cadastral studiat, toate registrele de transcripțiuni și inscripțiuni, cărțile funciare și orice alte evidențe de cadastru și publicitate imobiliară existente se înlocuiesc cu cele noi.


OPISUL ALFABETIC AL TITULARILOR DREPTURILOR REALE DE PROPRIETATE, AL POSESORILOR ȘI AL ALTOR DEȚINĂTORI

ANEXA Nr. 3

Figura 4. Opis alfabetic

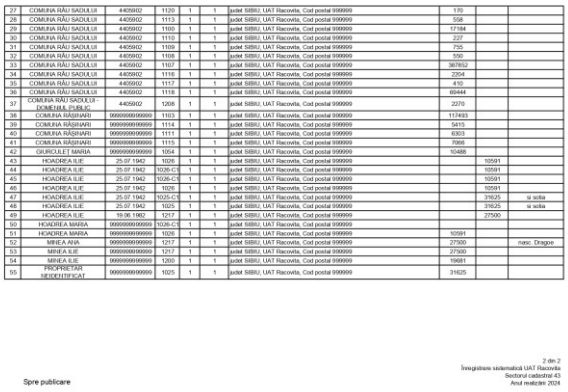


Figura 5. Opis alfabetic

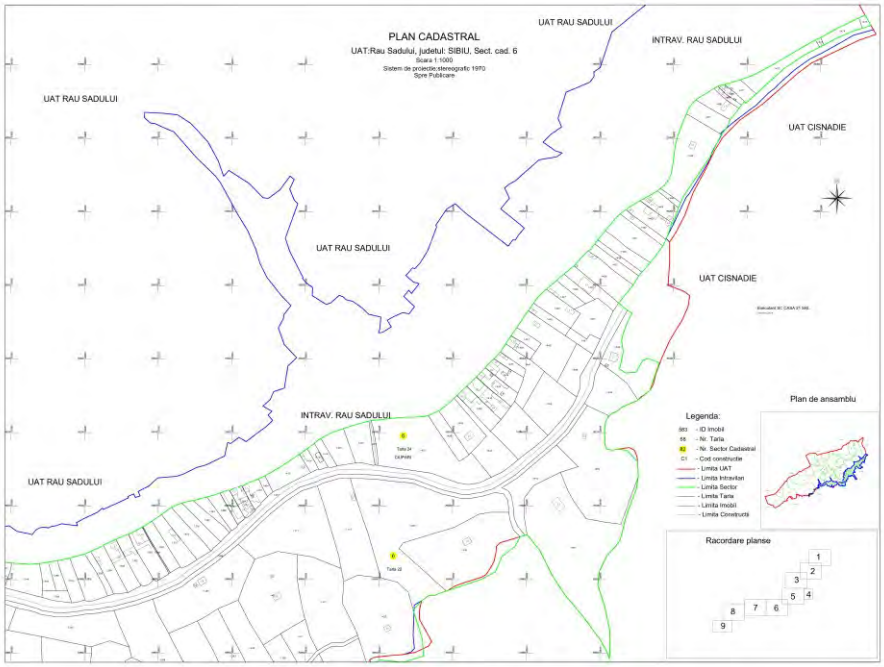


Figura 6. Plan Cadastral

Principalele documente obtinute in urma acestei lucrari sunt Planul cadastral si Opisul Alfabetic, care in urma contestatitiilor sufera cele mai multe modificari.

Concluzii:

In concluzie, rezultatele finale ale lucrării de față sunt: înscrierea tuturor imobilelor în sistemul integrat de cadastru și carte funciară, eliberarea cărților funciare, avizarea Planului Cadastral pentru Sectorul Cadastral nr. 43 și elaborarea hărților tematice realizate în urma realizării de interogări. Aceste hărți tematice sunt imaginea unui fenomen la un moment-dat, putând fi folosite mai departe de către alte instituții, specializate pe alte domenii.

Prin aceste lucrari, populatia comunei beneficiaza de noi carti funciare, esentiale pentru vanzarea imobilelor si accesarea fondurilor europene. Administratiile locate, avand o copie a cartii funciare , pot tine evidenta si pot verifica toate modificarile aduse imobilului dupa finalizarea cadastrului sistematic.

BIBLIOGRAFIE

1. https://legislatie.just.ro/Public/DetaliiDocumentAfis/222677.
2. https://legislatie.just.ro/Public/DetaliiDocumentAfis/69491.
3. https://legislatie.just.ro/Public/DetaliiDocument/264801.

STUDIUL PROBLEMELOR APARUTE ÎN CADRUL TRASĂRII ELEMENTELOR PRINCIPALE ÎN EDIFICAREA UNEI CONSTRUCȚII REZIDENȚIALE

Autori

Ștefan-Cristian MARTIN[1], RăzvanSOTELECAN [2] , Ștefan CUBĂR[3]
[1]*Facultatea de Construcții., Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, stefan.martin2000@gmail.com*
[2]*Facultatea de Construcții., Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, razvan.sotelecan@gmail.com*
[3]*Facultatea de Construcții., Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Cubar.Cr.Stefan@student.utcluj.ro*

Îndrumători

Conf.Dr.Ing. Mircea Vasile BONDREA[1], Asist.Drd.Ing. Mihai Dorin ISAC[2]
[1]*Facultatea de Construcții., Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Mircea.Bondrea@mtc.utcluj.ro*
[2]*Facultatea de Construcții., Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, mihai.isac@campus.utcluj.ro*

REZUMAT: *Trasarea construcțiilor și a elementelor structurale ale acestora sunt printre cele mai frecvente și importante lucrări de Topografie Inginerească. Rolul trasărilor este acela de a ajuta constructorii să își definească elementele structurale și de a menține verticalitatea construcției. În procesul de trasare pot interveni anumite erori de trasare atât din punct de vedere topografic, cât și erori de execuție a lucrărilor prevăzute în etapele de implementare ale proiectului. Rezolvarea problemelor întâlnite in trasarea si materializarea pe teren a elementelor principale ale unei construcții presupune utilizarea atât a tehnicilor și tehnologiilor clasice cât și a cele moderne. Utilizarea tehnologiilor moderne fac posibilă reducerea timpului petrecut în teren și obținerea anumitor date esențiale pentru verificarea execuției elementelor structurale ale construcției.*

Cuvinte cheie: trasare, tehnologia UAV, eroare, stație totală, ortofotoplan.

1. Introducere

Trasarea, din punct de vedere al topografiei inginerești, presupune parcurgerea unor etape definitorii specifice acestei activități. Procesul de trasare poate fi influențat de tipul instrumentului de măsurare și tehnica utilizată. Dezvoltarea continuă a tehnologiei a condus la utilizarea și a altor metode în activitatea de trasare a construcțiilor care pot influența în mod direct modul de trasare, timpul de efectuare a măsurătorilor și costurile acestora.
În domeniul topografiei inginerești este folosită și tehnologia UAV(unmanned aerial vehicle/ aeronava fără pilot), denumită și dronă, reprezentând un aparat de zbor ghidat fie de către un pilot automat digital aflat la bordul său, fie prin telecomandă de la un centru de control de la sol sau care este situat în altă aeronavă.

2. Scopul și obiectivele lucrării

Scopul lucrării este reprezentat de efectuarea trasării elementelor principale în edificarea unei contrucții rezidențiale, urmată de verificarea acesteia prin intermediul tehnologiei UAV.

Obiectivul principal al lucrării este acela de a evidenția si rezolva problematicile întâlnite în trasarea și materializarea pe teren a elementelor principale ale unei construcții rezidențiale, din punct de vedere topografic, utilizând atât tehnicile și tehnologiile clasice cât și cele moderne, respectiv tehnica UAV, cu ajutorul căreia se va realiza verificare execuției lucrărilor.

3. Studiul de caz

Studiul de caz s-a realizat în localitatea Cluj-Napoca, strada Fabricii nr. 145. Obiectivul supus cercetării este o construcție de tip rezidențial compusă din 2S+P+5E+2R și face parte dintr-un viitor complex rezidențial care v-a cuprinde în final 5 blocuri tip locuințe, o clădire de birouri și o creșă. În prima etapă de execuție se află chiar imobilul care face obiectul prezentei lucrări. Elementele principale care definesc obiectivul sunt date de construcția în cadre formată din elementele de rezistență stâlpi, diafragme și planșee.



Figura 1. Imobilul studiat

3.1. Instrumente și soft-uri

Pentru efectuarea măsurătorilor au fost utilizate stația totală Leica TS06 Plus, sistemul GNSS și tehnica UAV.
Prelucrarea datelor s-a realizat prin utilizarea soft-urilor de specialitate, respectiv softul Agisoft și AutoCAD Map 3D, rezultând astfel modelul 3D al viitoarei clădiri, planul de situație si poziționarea corecta a elementelor principale ale unui bloc, conform planului de trasare.

3.2. Etapele procesului de culegere și procesare a datelor

3.2.1. Pregătirea și realizarea procesului de trasare

Prima etapă a lucrării a fost reprezentată de recunoașterea terenului, fapt ce presupune realizarea unui tur complet a zonei, pentru a putea stabili o strategie corespunzătoare a modului de lucru. Tot în această etapă am realizat și o verificare a rețelei de trasare. Rețeaua de trasare este concepută sub forma unei drumuirii sprijinite la capete pe puncte de coordonate cunoscute.
În momentul în care am început recunoașterea perimetrului, imobilul era în stadiul de execuție a planșeului peste etajul 3.

Utilizând planurile de structură întocmit de către proiectant am exportat punctele de interes și le-a pregătit pentru procesul de trasare. O problemă întâlnită în această etapă este reprezentată de faptul că planul nu era în coordonate stereografice conform poziției în teren a obiectivului. Astfel, a fost necesară o georeferențiere a planul cu ajutorul soft-ului Autocad, rezultând poziționarea corectă, pe coordonate reale, a planului de situație. Ulterior, pentru a extrage coordonatele elementelor principale, utilizând atât Autocad, cât și extensia TopoLT, am creat inventarul de coordonate al punctelor de interes și am exportat tabelul obținut in formatul ".txt". Această prelucrare a datelor a constituit etapa cu numărul 2.

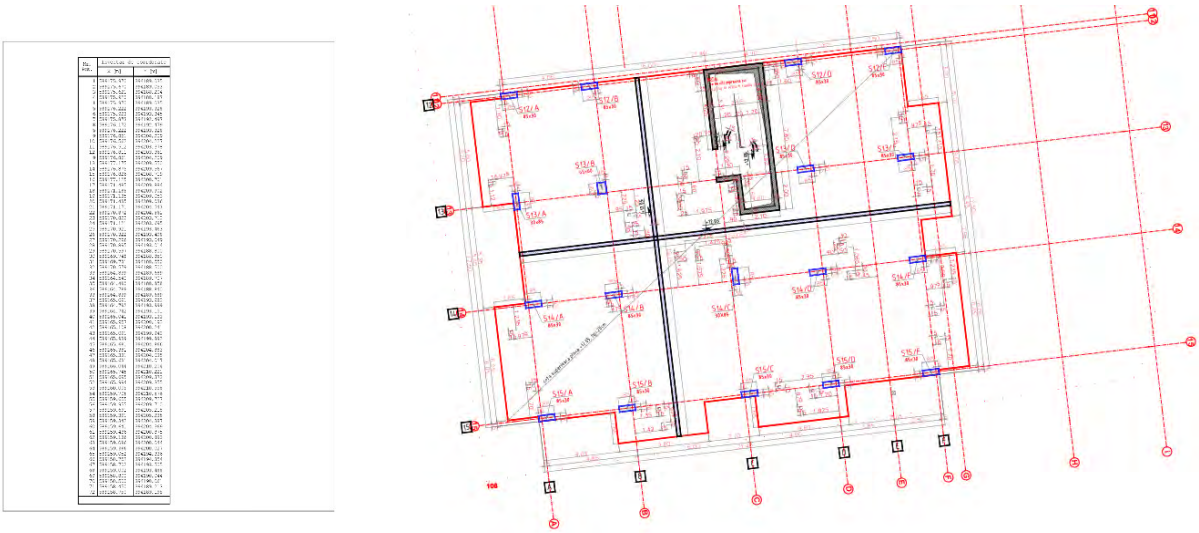


Figura 2. Transpunerea proiectului pe coordonate stereografice

A treia etapă a lucrării a constat în trasarea contururilor balcoanelor specifice planșeului peste etajul 3 al blocului rezidențial, procedând astfel: pentru început am creat un job nou în stația totală Leica TS06 Plus (precizie 1.5 mm + 2ppm) , în care am introdus coordonatele punctelor, cu ajutorul transferului USB, apoi ne-am deplasat in teren. Utilizând o latură din rețea drept bază de trasare am staționat cu aparatul pe rând în cei 2 poli ai bazei din care am avut vizibilitate către punctele caracteristice ce definesc conturul balcoanelor. Etapele următoare au fost cele de calare, centrare și orientarea a stației totale.

Metodele de trasarea utilizate în această etapă sunt metoda coordonatelor polare simple și metoda coordonatelor polare duble prin care s-a realizat verificarea trasării.

Primele elemente trasate au fost colțurile balcoanelor, , utilizând funcția "stakeout" din meniul stației am început trasarea propriu-zisă. Un operator s-a aflat la stație, ghidându-l pe operatorul de la mini-prisma (setată la înălțimea standard de 0.10 m), din aproape in aproape, pentru determina poziția corectă a punctului trasat. Materializarea punctelor s-a realizat cu ajutorul cuielor, cu verificarea poziției.

Odată ce am marcat marginile balcoanelor situate pe una din laturile plăcii, am mutat punctul de stație astfel încât sa ne ofere vizibilitatea necesară să materializăm și restul punctelor de interes situate pe latura opusă a imobilului. Se v-a efectua apoi verificarea ce constă in

măsurarea distanțelor dintre punctele proaspăt materializate cu ruleta, trasarea este corectă când distanța dintre puncte este aceeași cu distanța dată în proiect. Urmează apoi etapa de execuție a lucrării ce presupune armarea planșeului, cofrarea închiderilor și turnarea betonului.

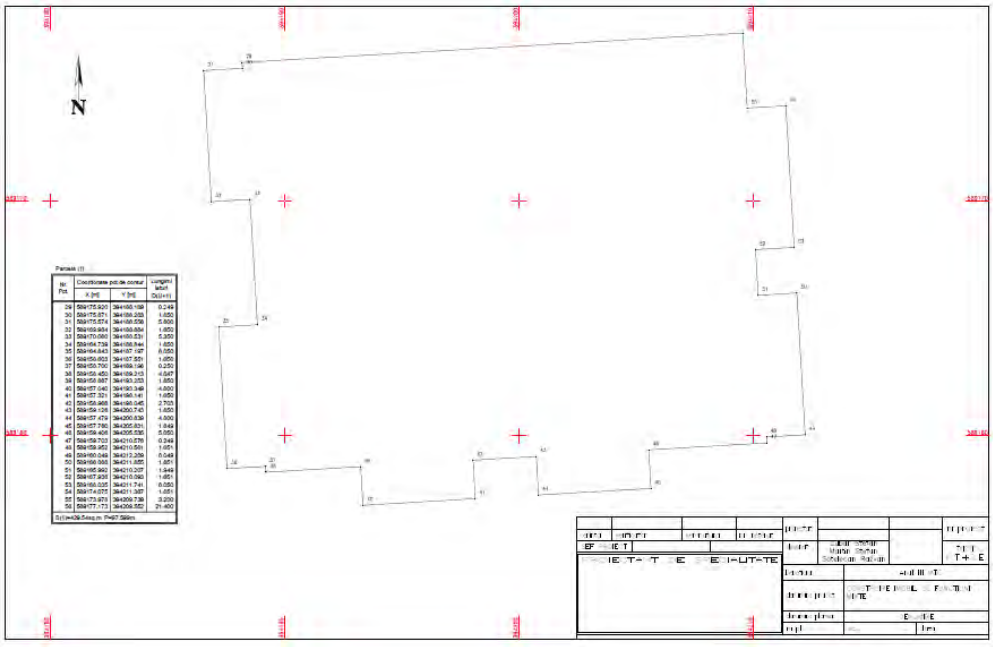


Figura 3. Planul de trasare

Următoarea etapă a lucrării a constat in verificarea trasării efectuate în etapa anterioară de lucru, etapa trasării marginilor balcoanelor, si totodată verificarea rezultatului final al etapei de execuție. Etapa de execuție constă în armarea plăcii peste etajul 3 și apoi turnarea betonului. La fel ca și celelalte etape, etapa de execuție poate prezenta erori în momentul efectuării acesteia. Cofrarea conturului planșeului și turnarea betonului conform trasării realizate în etapa anterioară este esențială în vederea construirii viitorului nivel.

3.2.2. Verificarea etapei de execuție

Pentru verificarea etapei de execuție s-a ales utilizarea tehnologiei UAV. Pentru realizarea ortofotoplanului, prima etapă a reprezentat-o colectarea datelor necesare din teren.

a) Realizarea zborului

S-a stabilit planul de zbor al dronei utilizând programul Drone Deploy, astfel încât sa cuprindă toată suprafața planșeului de la etajului 4. S-au stabilit punctele de coordonate cunoscute ce servesc ca puncte de control. Verificarea condițiilor atmosferice astfel încât sa fie posibil zborul și setarea altitudinii la care se v-a înălța drona, respectiv numărul de poze efectuat de către aceasta.

b) Crearea ortofotoplanului

Urmează etapa prelucrării datelor, astfel încât să obținem ortofotoplanul dorit, prelucrarea s-a realizat in softul „Agisoft professional”. Primul pas al prelucrării îl reprezintă încărcarea

fotografiilor in program urmată de alinierea acestora. Urmează setarea sistemului de coordonate în care se realizează prelucrarea, în cazul nostru, dealul Piscului 1970/Stereo 70, urmată de plasarea și recunoașterea punctelor de control. Continuăm procesul de prelucrare prin realizarea norului de puncte, construcția geometriei, texturii modelului 3D si modelul digital de elevației. Odată ce am obținut modelele anterior menționate ne putem crea ortofotoplanul suprafeței planșeului.



Figura 4. Orofotoplanul obiectivului

c) Suprapunerea planurilor

Odată ce am obținut ortofotoplanul putem începe procesul de verificare al etapei de execuției, Utilizând softul „AutoCad Map" am referențiat ortofotoplanul peste axele construcției proiectate cu scop de a compara planul georeferențiat cu planul proiectat pentru a putea verifica posibilele erori ce ar fi intervenii în etapa de execuție precum si alte erori ce pot apărea pe parcursul utilizării tehnologiei UAV, precum și în etapa de prelucrare a datelor.



Figura 5. Suprapunerea planurilor

d) Rezultatele obținute

După ce am realizat suprapunerea dintre ortofotoplan si planul proiectat, respectiv planul etajului aflat în studiu, cu ajutorul softului „Autocad Map" am evidențiat erorile apărute în urma fazei de execuție, erori ce nu au depășit 7 cm la nivel planimetric, conform *tabelului 1.*

Tabel 1. Valorile diferențelor

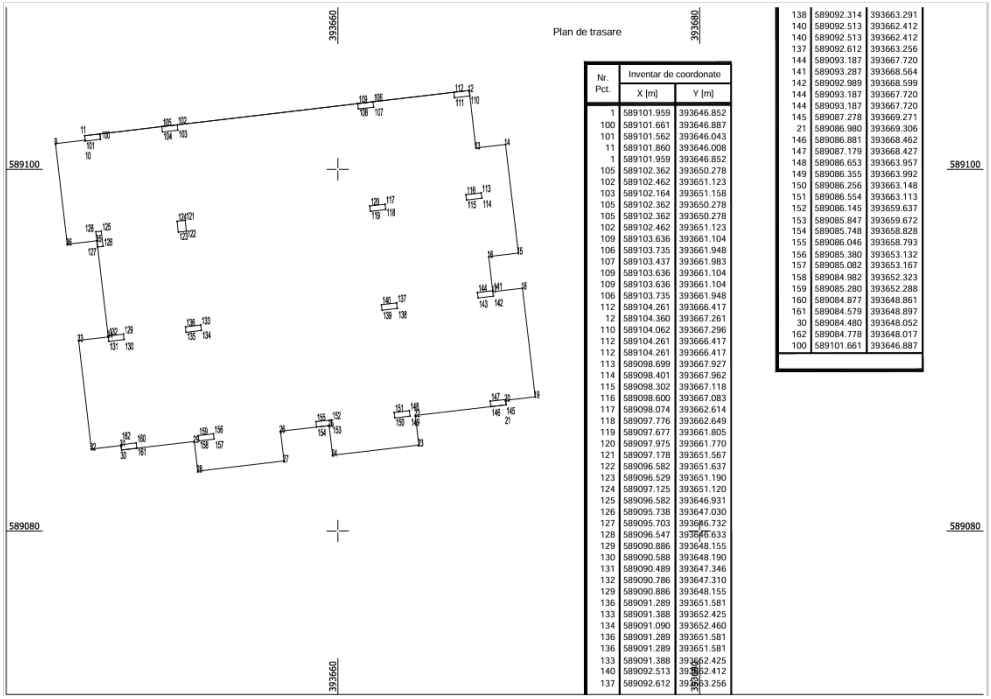
Erori balcoane [m]	Erori casa scării [m]	Erori lift [m]
0.031	0.037	0.019
0.039	0.023	0.0019
0.070		
0.052		
0.028		



Figura 6. Evidențierea erorilor

4. Trasarea elementelor structurale

Următoarea etapă a lucrării a constat în trasarea elementelor principale de la etajul 4 al blocului rezidențial, procedând astfel: pentru început am creat un job nou în stația totală, în care am introdus coordonatele punctelor, cu ajutorul transferului USB și apoi ne-am deplasat in teren. Utilizând rețeaua de trasare existentă din perimetrul imobilului, ne-am creat un punct de stație pe placa respectivă, materializându-l cu un cui topografic si cu spray colorat pentru a fi evidențiat. Pentru a acoperi toată zona de lucru, am materializat alte doua puncte de stație, verificând ca intre acestea sa existe vizibilitate; ne-am poziționat cu aparatul în primul punct și am efectuat centrarea și calarea acestuia. Ne-am orientat pe un punct din baza de trasare, iar apoi, utilizând funcția "stakeout" din meniul stației am început trasarea propriu-zisă. Operatorul de la stație a ghidat operatorul cu prisma până când s-a aflat pe poziția corespunzătoare și s-a materializat punctul, același procedeu a fost aplicat pentru toate celelalte puncte.



Nr. Pct.	Inventar de coordonate X [m]	Y [m]
1	589101.959	393646.852
100	589101.661	393646.887
101	589101.562	393646.043
11	589101.860	393646.008
1	589101.959	393646.852
105	589102.362	393650.278
102	589102.462	393651.123
103	589102.164	393651.158
105	589102.362	393650.278
105	589102.362	393650.278
102	589102.462	393651.123
109	589103.636	393661.104
106	589103.735	393661.948
107	589103.437	393661.983
109	589103.636	393661.104
109	589103.636	393661.104
106	589103.735	393661.948
112	589104.261	393666.417
12	589104.360	393667.261
110	589104.062	393667.296
112	589104.261	393666.417
112	589104.261	393666.417
113	589098.699	393667.927
114	589098.401	393667.962
115	589098.302	393667.118
116	589098.600	393667.083
117	589098.074	393662.614
118	589097.776	393662.649
119	589097.677	393661.805
120	589097.975	393661.770
121	589097.178	393651.567
122	589096.582	393651.637
123	589096.529	393651.190
124	589097.125	393651.120
125	589096.582	393646.931
126	589095.738	393647.030
127	589095.703	393646.732
128	589096.547	393646.633
129	589090.886	393648.155
130	589090.588	393648.190
131	589090.489	393647.346
132	589090.786	393647.310
129	589090.886	393648.155
136	589091.289	393651.581
133	589091.388	393652.425
134	589091.090	393652.460
136	589091.289	393651.581
136	589091.289	393651.581
133	589091.388	393652.425
140	589092.513	393662.412
137	589092.612	393663.256
138	589092.314	393663.291
140	589092.513	393662.412
140	589092.513	393662.412
137	589092.612	393663.256
144	589093.187	393667.720
141	589093.287	393668.564
142	589092.989	393668.599
144	589093.187	393667.720
144	589093.187	393667.720
145	589087.278	393669.271
21	589086.980	393669.306
146	589086.881	393668.462
147	589087.179	393668.427
148	589086.653	393663.957
149	589086.355	393663.992
150	589086.256	393663.148
151	589086.554	393663.113
152	589086.145	393659.637
153	589085.847	393659.672
154	589085.748	393658.828
155	589086.046	393658.793
156	589085.380	393653.132
157	589085.082	393653.167
158	589084.982	393652.323
159	589085.280	393652.288
160	589084.877	393648.861
161	589084.579	393648.897
30	589084.480	393648.052
162	589084.778	393648.017
100	589101.661	393646.887

Figura 7. Plan de trasare elemente structurale

Elementele care s-au trasat sunt elementele structurale ale nivelului, respectiv stâlpii de rezistență și diafragmele de la lift și casa scării.



Figura 8. Realizarea trasării

Trasarea acestor elemente de rezistentă a dus la descoperirea altor erori care țin de modul de cofrare a închiderii conturului planșeului. Aceste erori sunt datorate, probabil turnării și vibrării betonului care a condus la deplasarea cofrajelor.

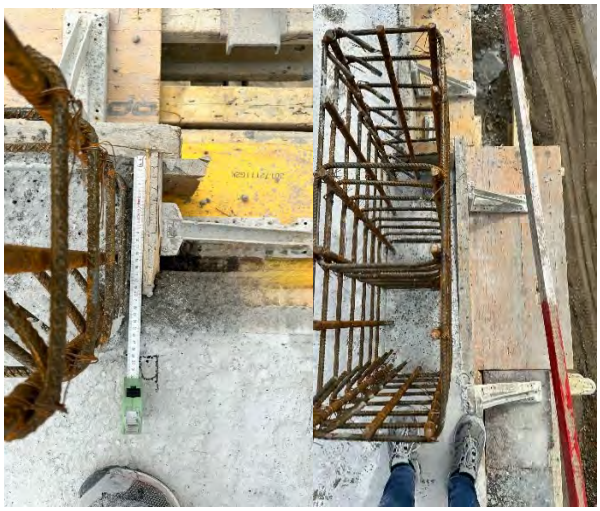


Figura 9. Erori de execuție

4. Concluzii

În concluzie, ca urmare a procesului de verificare propus, ne putem da seama de erorile apărute în urma fazei de execuție însă un rol foarte important îl joacă și tehnologia utilizată.

Verificare trasărilor în mod clasic, utilizând stația totală presupune un timp mai mare de efectuare al măsurătorilor. Un aspect important în acestă etapă îl reprezintă faptul că odată cu dezvoltarea pe verticală a construcție, se îngreunează și realizarea verificării clasice atât în ceea ce privește poziționarea amparatului cât și vizibilitatea către punctele verificate.

Utilizarea tehnologie UAV ca și metodă de verificare a execuției reduce timpul de culegere al datelor, însă există câteva precizări elementare ca această metodă să aibe o aplicabilitate concretă, precum: zborul să se realizeze la înălțime cât mai apropiată de suprafața cercetată, realizarea unui număr mare de poze, folosirea unei drone profesionale. Dificultatea întâlnită în utilizarea metodei a constat în identificare în mod cert a punctelor definitorii de pe ortofotoplan, datoriă faptului că zborul a fost realizat la o înălțime mult mai mare (+ 25m) și utilizarea unei drone dotate cu o cameră foto slab calitativă, fapt care a condus și la aceste diferențe care depășesc toleranța admisă.

BIBLIOGRAFIE

[1] Păunescu, C., Enache, F., Păunescu, V., *Topografie Generală*, Editura Universitatea din București, 2019. 378 p.

[2] Toderas, T., *Fotogrammetrie*, Universitatea Lucian Blaga Sibiu, 2007. 196 p.

[3] Naș, S.M., *Note de Curs Topografie Generală*, Universitatea Tehnică din Cluj Napoca, Specializarea Măsurători Tereste și Cadastriu.

[4] Naș, S.M., *Topografie*, vol.I, II, III, Cluj-Napoca.

[5] Gheorghe M.T. Radulescu, Adrian Traian G.M. Radulescu, *Topografie inginereasca* Note de curs, Editura U.T. PRESS, Cluj-Napoca, 2012.

FOLOSIREA SCANĂRII LASER TERESTRE PENTRU EVALUAREA CALITĂȚII DRUMURILOR FORESTIERE

Autor/autori
Sorina-Mihaela M. MICLESCU
Facultatea de Silvicultură și Exploatări Forestiere,
Universitatea Transilvania din Brașov, sorina.miclescu@student.unitbv.ro

Îndrumător/îndrumători
Prof. Dr. Ing. Mihnea CĂȚEANU
Facultatea de Silvicultură și Exploatări Forestiere,
Universitatea Transilvania din Brașov, cateanu.mihnea@unitbv.ro

REZUMAT:

Tehnologia LiDAR presupune folosirea unui emițător de impulsuri laser pentru scanarea precisă și la densități foarte mari de puncte a suprafețelor.

Această tehnică este utilizată pentru redarea cu exactitate a obiectelor vizate prin determinarea poziției 3D pentru un număr foarte mare de puncte.

Obiectul lucrării constă în folosirea unor diferite metode moderne de măsurare (ridicări cu stația totală, determinări GNSS, fotogrammetrie terestră, scanare LiDAR terestră fixă/mobilă) pentru evaluarea calității unui sector de drum forestier.

Pe baza datelor obținute din teren s-au generat modele digitale ale suprafeței drumului analizat în vederea determinării integrității acestuia. Rezultatele arată că tehnologia LiDAR oferă cele mai exacte și detaliate date dar randamentul de realizare al determinărilor este scăzut și prelucrarea pe calculator necesită resurse importante.

1. Introducere

1.1. Aspecte generale

Drumul forestier reprezintă elementul esențial în gestionarea și exploatarea resurselor forestiere. Acestea fac legătura între pădure și zonele de tăiere si depozitare a materialului lemnos. (https://cv-inginer.ro/ce-inseamna-drum-forestier/)

Prin consolidarea rețelelor de drumuri în masivele pădurоase se facilitează recoltarea și colectarea lemnului, este asigurată administrarea durabilă a fondului forestier precum și transportul eficient a produselor lemnoase, în vederea valorificării acestora. (Ț. Alexandru, Normativ privind proiectarea drumurilor)

1.2. Tehnologia LiDAR

Tehnologia LiDAR (Light Detection And Ranging) este o metodă populară de teledetecție utilizată pentru determinarea exactă a formei și dimensiunilor obiectelor de pe suprafața Pământului. Sistemul LiDAR utilizează un emițător de impulsuri laser pentru determinarea distanțelor, care combinate cu informații colectate de sistemul GNSS/IMU permit determinarea precisă a poziției 3D a obiectelor vizate. Această tehnică permite obținerea unei densități mari de puncte determinate pe m^2, astfel că terenul și detaliile de pe suprafața acestuia pot fi redate cu exactitate.

Tehnologia LiDAR aduce o serie de avantaje, precum:

- se pot obține cantități mari de informație cu rapiditate, la o frecvență de zeci de mii de puncte pe secundă;

- cu datele obținute se pot realiza modele 3D pe care se pot efectua măsurători de precizie;
- scanările pot fi efectuate în orice tip de condiții atmosferice, pe suprafețe nisipoase, acoperite cu apă sau zăpadă sau păduri de diferite densități;
- cotele sunt determinate cu mare precizie.

Dezavantaje:

- la stabilirea limitelor între apă și uscat pot apărea incertitudini;
- precizia pe plan orizontal este mai slabă ca cea pe plan vertical;

1.3. Fotogrammetria terestră

Fotogrammetria este știința care extrage măsurători 3D precise de pe fotograme cu ajutorul matematicii. În funcție de obiectul studiat, se utilizează diferite tipuri de fotogrammetrie, aceasta clasificându-se în fotogrammetrie aeriană sau terestră. (https://www.sebagotechnics.com/blog/what-is-photogrammetry/)

Specificul fotogrammetriei terestre este faptul că imaginile se înregistrează de la distanțe mici față de suprafața-obiect, astfel că metoda este utilizată în general pentru captarea de obiecte naturale sau artificiale de dimensiuni mai reduse.

Sistemul de coordonate ales depinde de dimensiunea obiectului care trebuie modelat. În cazul obiectelor mari, sunt utilizate și sistemele de coordonate globale (de ex. WGS84, Stereo 1970 etc). Obiectele arhitecturale necesită utilizarea unui sistem de coordonate locale, care este ales în funcție de clădirea care urmează a fi modelată.

Fotogrammetria aduce o serie de avantaje față de metodele topografiei clasice, precum:

- lucrul în teren necesită mai puțin timp comparativ măsurarea dimensiunilor la fața locului;
- cu ajutorul modelării 3D se obține o cantitate mai mare de informații comparativ cu desenele 2D;
- modelul poate fi exportat în multiple softuri de modelare sau de animație;
- în funcție de calitatea softului acuratețea și precizia pot fi mari.

2. Studiu de caz

2.1. Amplasare zonei studiate

Studiul a fost realizat pe un sector de drum forestier cu lungimea de 334,2 m, amplasat în satul Vlădeni din comuna Dumbrăvița, județul Brașov ,România (figura 1).

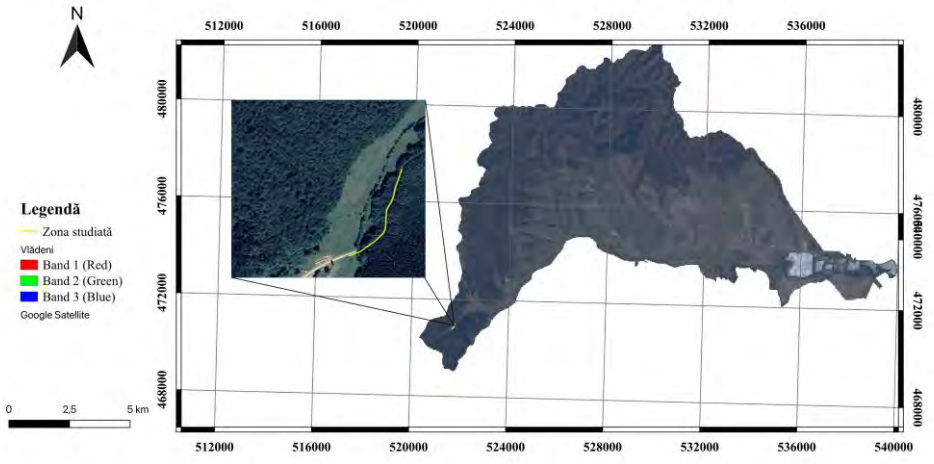


Fig. 1.Amplasamentul suprafeței de studiu

2.2. Desfășurarea măsurătorilor

Cu stația totală a fost ridicată o drumuire sprijinită la capete având nouă puncte de stație. Punctele de capăt au fost determinate cu tehnologie GNSS folosind corecții în timp real de la stația permanentă FĂGĂRAȘ a sistemului ROMPOS. Din punctele de stație au fost determinate prin radiere coordonatele punctelor de interes, reprezentate de: limitele și axul drumului, puncte caracteristice pentru realizarea profilului longitudinal și a profilurilor transversale, ținte și buloane.

Profilurile transversale au fost realizate din 5 în 5 m pe toată lungimea sectorului de drum analizat.

De-a lungul drumului, au fost realizate 20 de scanări LiDAR de pe puncte fixe, folosind un echipament Faro 3D Focus. Punctele din care s-au făcut scanările au fost amplasate la distanțe aproximativ egale de 17 m (pentru a asigura o bună suprapunere a zonelor comune pe fiecare scanare), iar în afara platformei drumului au fost instalate ținte numerotate cu rol de reper. De asemenea, platforma drumului a fost preluată prin filmarea de la o înălțime de 2.25 m, cu dispozitiv GoPro Hero 8 amplasat pe un stick telescopic special, cu o rezoluție de 3840 x 2160.

Ca reper fotogrammetrice (puncte de control) au fost bătute 20 de buloane marcate cu spray verde, pentru o ușoară identificare pe imagini.

2.3. Prelucrarea datelor

Datele preluate cu stația totală au fost descărcate și compensate în programul TopoSys, apoi datele obținute au fost încărcate în programul AutoCad pentru o mai bună vizualizare a poziției țintelor și a buloanelor.

În programul QGIS a fost realizat modelul digital al terenului (vezi fig. 2) și histograma valorilor de altitudine din platforma drumului (fig. 3) pe baza punctelor de profil determinate cu stația totală.

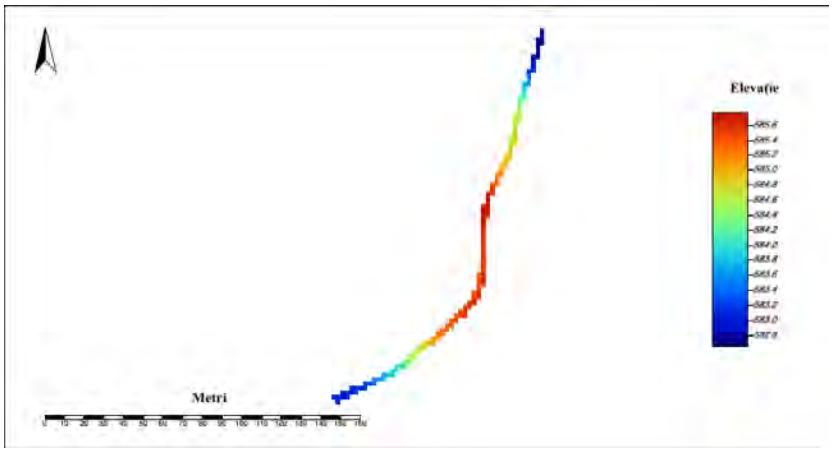


Fig. 2 Model digital al terenului, interpolat pe baza punctelor de profil (din 5m în 5m)

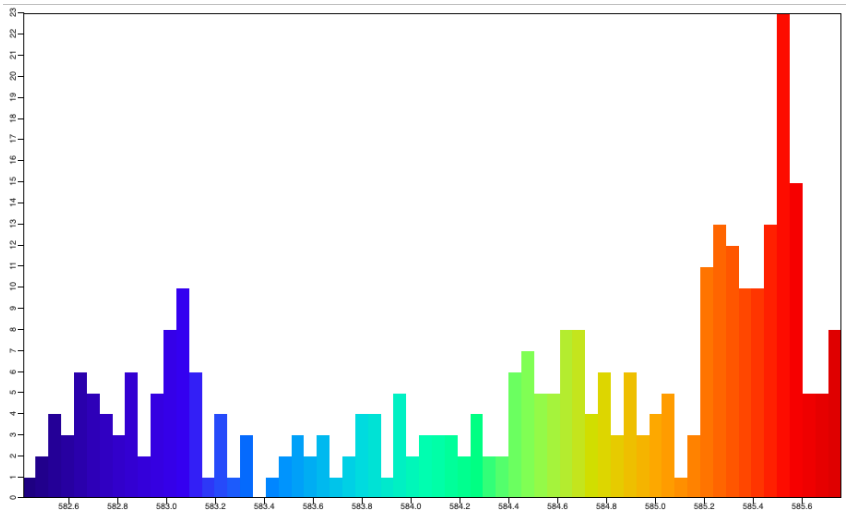


Fig. 3. Histograma valorilor de altitudine

Cele 20 de scanări LiDAR au fost prelucrate în programul FaroScene. Norii de puncte au fost procesați manual cu ajutorul țintelor utilizate în timpul scanării, prin identificarea zonelor comune a două scanări simultan, vizualizând imaginile preluate de scaner pentru a putea identifica reperii (fig. 4), Odată ce cele două scanări sunt legate, se poate observa norul de puncte comun pentru acestea (fig. 5-6).



Fig. 4 Identificarea țintelor comune a două scanări pe imagini

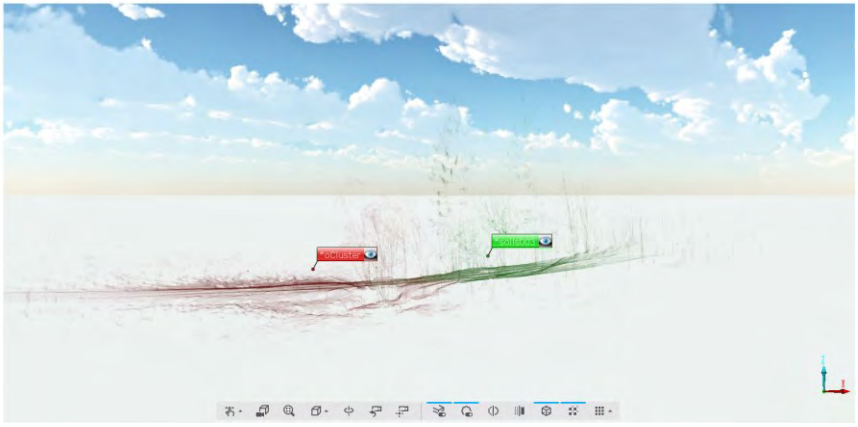


Fig. 5 Două scanări legate

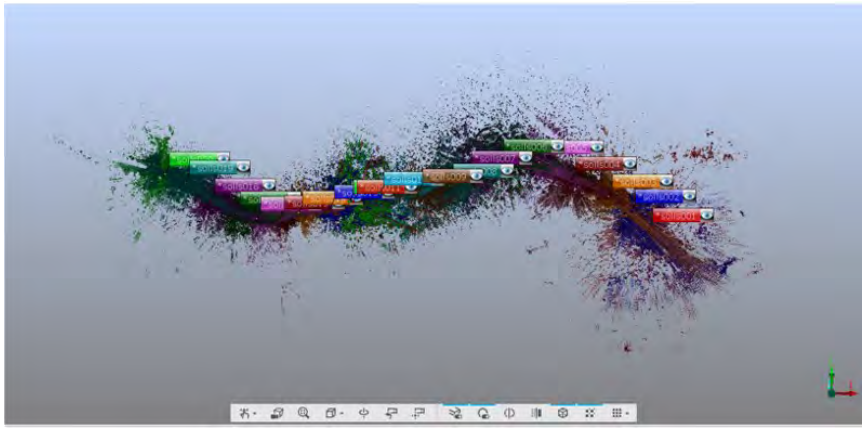


Fig. 6 Norul de puncte rezultat

O dată legate toate scanările, norul de puncte a fost exportat și georeferențiat în proiecția Stereografic 1970 cu programul Global Mapper pe baza buloanelor.

În continuare, s-a trecut la procesul de curățare a norului de puncte, ce presupune eliminarea arborilor, a țintelor și a altor eventuale obiecte nefolositoare, pentru a rămâne doar suprafața descoperită a drumului.

Cadrele din cele trei videoclipuri au fost extrase ca imagini cu ajutorul programului VideoProc, apoi acestea au fost filtrate (selectând doar a zecea imagine pentru a reduce volumul mare de imagini rezultate). Imaginile au fost încărcate în programul Agisoft MetaShape, unde s-a realizat alinierea automată a acestora.

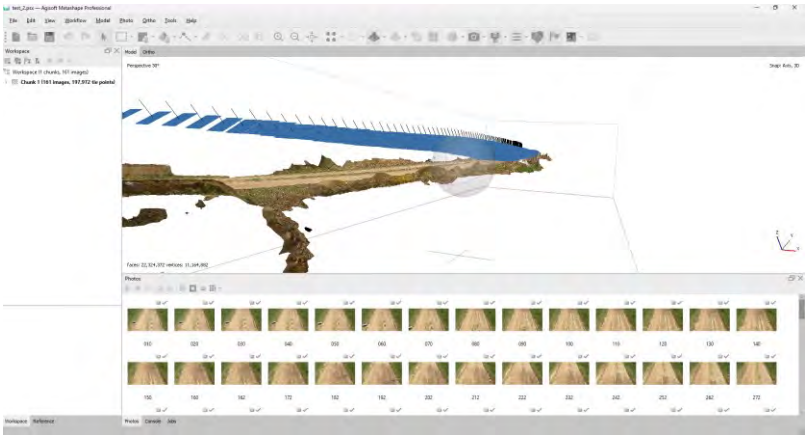


Fig. 7 Drumul reprezentat în programul Agisoft MetaShape

Apoi au fost încărcate coordonatele buloanelor, în proiecția Stereografic 1970. Reperii trebuie identificați manual pe fiecare imagine corespondentă, după care se face o optimizare a aliniamentului camerei. În final, imaginile permit generarea unui nor de puncte poziționate 3D pentru obiectele fotografiate, pe baza principiului stereoscopic (identificarea de puncte comune pe imagini între care există suprapunere).

Norul de puncte generat în Agisoft (fig. 8)a fost exportat, apoi importat în Cloud Compere pentru a putea fi curățat pe margini de eventuale imperfecțiuni, în vederea generării modelului digital al terenului (fig. 9).

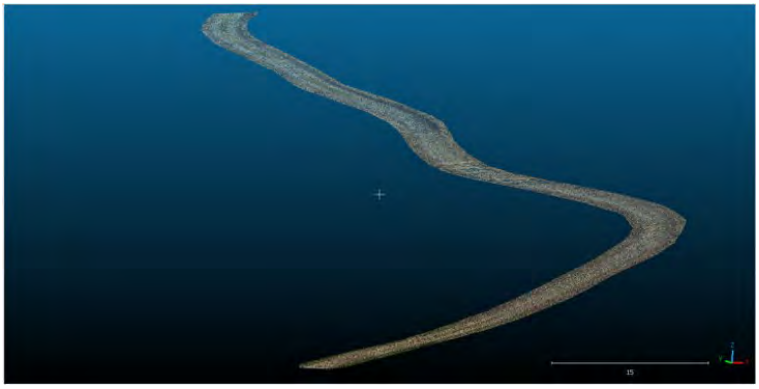


Fig. 8 Norul de puncte curățat

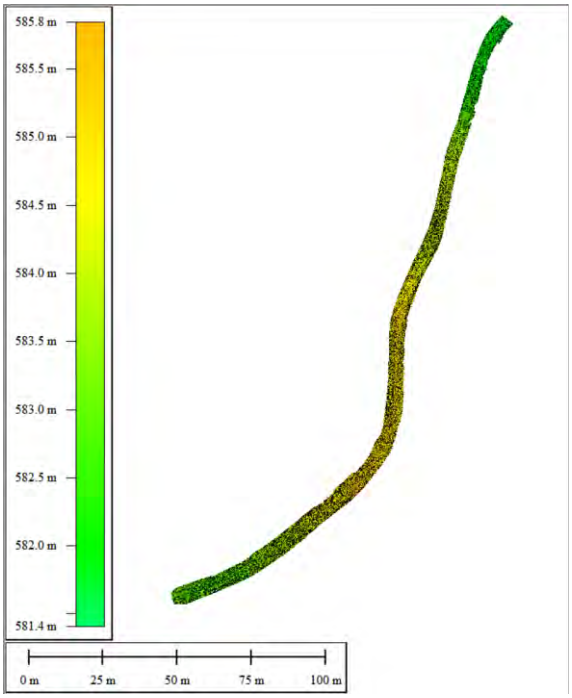


Fig. 9 Modelul digital al terenului

1. Rezultate obținute

Norul de puncte obținut din scanare a avut o avut un număr de 203 milioane de puncte cu o densitate de 698,897 puncte pe mp acoperind o distanță de 334, 2 m, după curățarea norului de puncte numărul acestora a scăzut la 24 milioane cu o densitate de 74,235 puncte pe mp. Norul de puncte rezultat prin metoda fotogrammetrică a prezentat un număr de aproximativ 290 milioane de puncte cu o densitate de un milion de puncte pe mp, determinat pe o distanță de 241,21 m, iar după curățare numărul de puncte a scăzut la 13 milioane de puncte cu densitatea acestuia ajungând la 56,17 puncte pe mp.

Pe modelul digital al terenului rezultat din norul de puncte obținut prin fotogrammetrie terestră au fost realizate o serie de profile transversale (fig. 10), precum și profilul longitudinal al drumului (vezi fig. 11) în care se pot observa diferențele de nivel de pe lungimea acestuia.

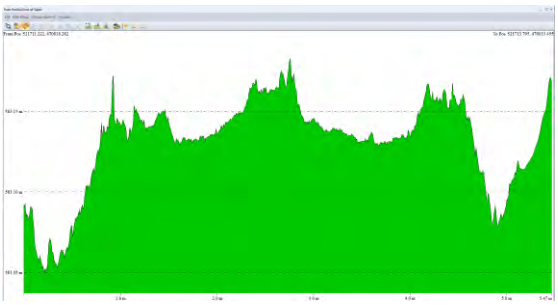


Fig. 10 Profil transversal

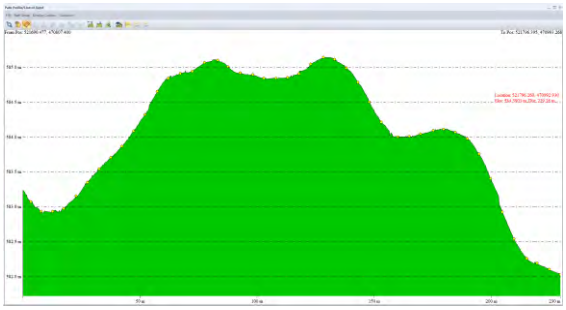


Fig. 11 Profil Longitudinal

În mod asemănător au fost realizate profile longitudinale pe norul de puncte generat din Agisoft (fig. 12) , respectiv Faro Scene (fig. 13).

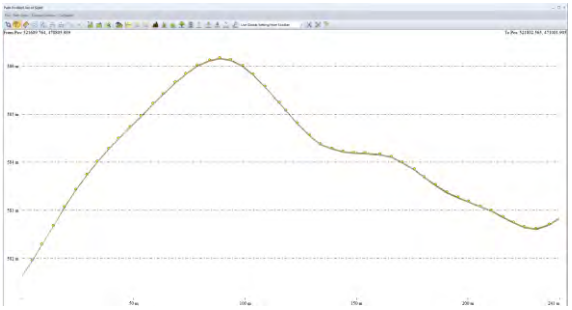


Fig. 12 Profil longitudinal realizat pe norul de puncte generat în Agisoft

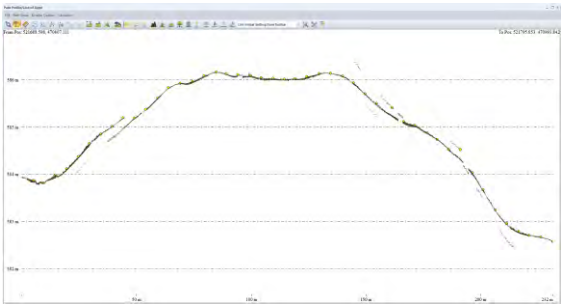


Fig. 13 Profil longitudinal realizat pe norul de puncte obținut din scanare

De asemenea pe norul de puncte obținut prin scanare fixă au fost realizate o serie de profile transversale precum cel din fig. 14.

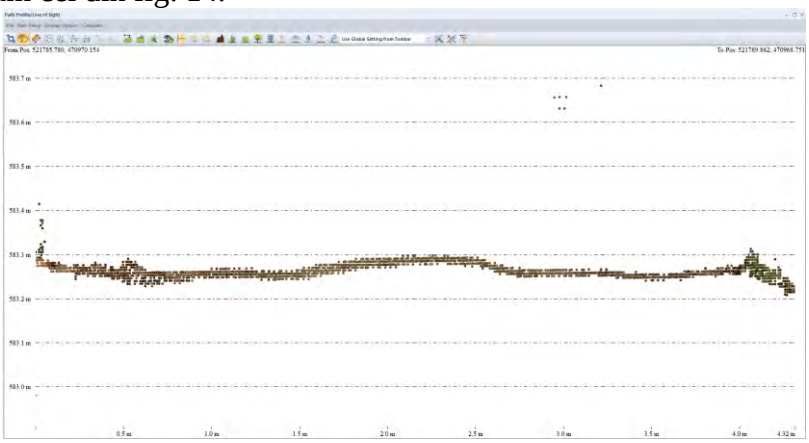


Fig. 14 Profil transversal

Pe modelul digital al terenului obținut din interpolarea norului de puncte generat în Agisoft se pot observa foarte bine diferite defecte ale suprafeței drumului (fig. 15), în comparație cu modelul digital al terenului realizat din interpolarea punctelor de profil (fig. 16) care nu prezintă aceste defecte.



Fig. 15 DTM Agisoft

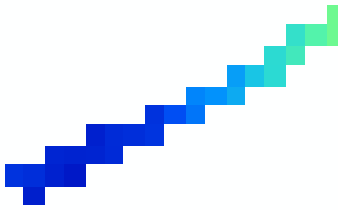


Fig. 16 DTM puncte de profil

3.Concluzii

Tehnologia LiDAR a devenit o metodă populară de realizare a măsurătorilor geospațiale precise. Deși această tehnică necesită resurse de calcul importante pentru procesarea volumului de date și poate ajunge la costuri semnificative ale aparaturii și programelor de procesare, precizia de determinare și densitatea datelor sunt superioare altor metode de măsurare.

Fotogrammetria terestră este în principal utilizată pentru înregistrarea de la distanțe mici față de suprafața-obiect, astfel că elevația poate fi deformată. Însă aceasta presupune un timp mai scurt de prelucrare a datelor, acestea putând fi achiziționate și cu aparatură mai puțin specializată.

În urma analizei celor doua seturi de nori de puncte obținuți prin metode diferite, s-a constatat că densitatea norului de puncte obținut prin tehnologia LiDAR de 698,897 puncte pe mp a fost mai mică decât cea a norului obținut prin fotogrammetrie terestră de un milion de puncte pe mp. Norul generat prin fotogrammetrie terestră este mai dens datorită rezoluției imaginilor utilizate (cadre extrase din filmări video 4K) și faptului că imaginile se preiau de la distanțe foarte mici față de obiectul analizat (aproximativ 2 metri). Astfel programul Agisoft va identifica un număr foarte mare de puncte comune între imagini.

În concluzie, s-a constatat că atât scanarea LiDAR cât și fotogrametria terestră permit obținerea de date la rezoluție și precizie foarte înalte, putând fi folosite cu succes la evaluarea calității drumurilor forestiere și identificarea defectelor, chiar și a celor de dimensiuni reduse (care nu sunt vizibile dacă se folosește metoda clasică a profilelor transversale la distanțe egale obținute prin măsurători cu aparatura topografică).

BIBLIOGRAFIE

1. https://cv-inginer.ro/ce-inseamna-drum-forestier/.
2. https://www.sebagotechnics.com/blog/what-is-photogrammetry/
3. Ț. Alexandru, *Normativ privind proiectarea drumurilor.*
4. Vesna Stojakovic, *Terestrial photogrammetry and application to modeling architectural objects,* 2008.

EVALUAREA STATISTICĂ A ERORILOR DE MĂSURARE ÎN DETERMINĂRI SATELITARE

Autor/autori
Maria-Anastasia NACU
[1]*Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnica din Cluj-Napoca, email: nacu.ana@yahoo.com*

Îndrumător/îndrumători
Prof. Dr. Ing. Ioel Samuel VEREȘ
Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnica din Cluj-Napoca, email: ioel.veres@mtc.utcluj.ro

REZUMAT: *Măsurătorile satelitare au o pondere mare în activitățile de teren din domeniul cadastrului și geodeziei. Precizia de măsurare depinde de instrument dar și de modul de măsurare care poate fi în regim static sau cinematic, autonom sau aplicând corecții diferențiale. În oricare din aceste cazuri, pentru un receptor ales, este important sa cunoaștem care este probabilitatea de a obține rezultate într-un interval de precizie impus. Lucrarea de față prezinta un exemplu de studiu al nivelului de precizie cu care putem determina coordonate sau cote.*

Cuvinte cheie: măsurători satelitare, geodezie, probabilitate, instrumente diferite,

1.Introducere

Studiul prezentat în cele ce urmează a apărut din curiozitatea de a răspunde la întrebări precum: Care ar fi eroarea de determinare a unui punct prin măsurători GNSS efectuate în regim RTK? Exista corelație intre erorile aparente pentru același moment al determinării în cazul unor determinări simultane în puncte apropiate? Care este probabilitatea ca, prin măsurare în regim RTK, eroarea de determinare să se încadreze într-un interval dorit? Care sunt limitările și consecințele de care trebuie să se țină seama atunci când se folosește metoda RTK în măsurătorile satelitare?

Pentru a răspunde acestor întrebări au fost efectuate serii de măsurători care au fost prelucrate apoi prin metode statistice. Interpretarea rezultatelor s-a făcut pe baza teoriei probabilităților iar concluziile desprinse sunt importante pentru a prevenirea unor erori care se pot propaga într-un mod inacceptabil. [1]

2.Instrumente folosite, modul de achiziție și prelucrarea datelor

Pentru realizarea studiului s-au folosit receptorii: Geomax Zenith 95, pentru punctul P2 și GNSS hi target V30 pro, pentru punctul 101.

Observațiile s-au realizat în perimetrul Facultății de Construcții pe doua puncte de coordonate cunoscute, punctul 101 și punctul P2. De asemenea pentru testare s-au efectuat zilnic măsurători repetate la un interval prestabilit de timp de doua ore. Astfel timp de 6 zile, în intervalul orar 10-18 s-au efectuat observații la ore fixe, obținându-se 29 serii de măsurători.

S-au folosit serviciile ROMPOS de poziționare prin care se determina poziția unui receptor mobil, pe baza observațiilor directe cu ajutorul sateliților și a corecțiilor diferențiale transmise în timp real de la o stație permanenta de baza.

In urma achiziției datelor s-au obținut serii de valori X, Y și Z pentru cele doua puncte 101 și P2. Pentru fiecare șir de valori s-a determinat media atât în varianta împărțirii pe clase cât fără împărțirea pe clase. S-au determinat de asemenea erorile aparente ca diferențe între observații și medii.

$$M(x) = \frac{1}{n}\sum x_i \quad (1)$$

$$v(x_i) = O_i - M(x) \quad (2)$$





Fig.1. Modul de preluare a informațiilor în punctele 101 și P2

Folosind același tip de relații au fost determinate mediile și erorile aparente și pentru celelalte serii pe direcțiile Y și pe Z. În calculul mediilor pentru punctul 101 nu au fost luate în considerare valorile citite în prima serie de observații deoarece prezinta erori intolerabile.

Tabel 1 Determinarea mediilor și a erorilor aparente din punctul 101

Punctul (determinarea)	*Coordonate*			*Erori aparente*		
	X[m]	*Y[m]*	*Z[m]*	*v(x) [mm]*	*v(y) [mm]*	*v(z) [mm]*
101(1)	584967,4440	392193,7370	426,7090			
101(2)	584966,9599	392192,1325	467,3877	3,0250	4,4536	11,8321
101(3)	584966,9628	392192,1290	467,3805	5,9250	0,9536	4,6321
101(4)	584966,9522	392192,1214	467,3682	-4,6750	-6,6464	-7,6679
101(5)	584966,9608	392192,1296	467,3730	3,9250	1,5536	-2,8679
101(6)	584966,9672	392192,1397	467,3785	10,3250	11,6536	2,6321
101(7)	584966,9604	392192,1261	467,3820	3,5250	-1,9464	6,1321
101(8)	584966,9478	392192,1352	467,3740	-9,0750	7,1536	-1,8679
101(9)	584966,9568	392192,1326	467,3993	-0,0750	4,5536	23,4321
101(10)	584966,9681	392192,1140	467,3685	11,2250	-14,0464	-7,3679
101(11)	584966,9402	392192,1270	467,3787	-16,6750	-1,0464	2,8321
101(12)	584966,9780	392192,1191	467,3815	21,1250	-8,9464	5,6321
101(13)	584966,9478	392192,1194	467,3769	-9,0750	-8,6464	1,0321
101(14)	584966,9519	392192,1181	467,3773	-4,9750	-9,9464	1,4321
101(15)	584966,9437	392192,1225	467,3829	-13,1750	-5,5464	7,0321
101(16)	584966,9623	392192,1349	467,3766	5,4250	6,8536	0,7321
101(17)	584966,9559	392192,1258	467,3815	-0,9750	-2,2464	5,6321
101(18)	584966,9486	392192,1340	467,3725	-8,2750	5,9536	-3,3679
101(19)	584966,9537	392192,1329	467,3873	-3,1750	4,8536	11,4321
101(20)	584966,9648	392192,1257	467,3613	7,9250	-2,3464	-14,5679
101(21)	584966,9562	392192,1367	467,3635	-0,6750	8,6536	-12,3679
101(22)	584966,9453	392192,1299	467,3514	-11,5750	1,8536	-24,4679
101(23)	584966,9595	392192,1188	467,3902	2,6250	-9,2464	14,3321
101(24)	584966,9641	392192,1279	467,3676	7,2250	-0,1464	-8,2679
101(25)	584966,9615	392192,1296	467,3657	4,6250	1,5536	-10,1679
101(26)	584966,9543	392192,1369	467,3864	-2,5750	8,8536	10,5321
101(27)	584966,9558	392192,1314	467,3671	-1,0750	3,3536	-8,7679
101(28)	584966,9557	392192,1292	467,3777	-1,1750	1,1536	1,8321
101(29)	584966,9572	392192,1254	467,3665	0,3250	-2,6464	-9,3679
Medii	*M(x)*	*M(y)*	*M(z)*			
	584966,9569	392192,1280	467,3759			

În mod asemănător au fost determinate mediile și erorile aparente pentru observațiile din punctul P2. [2],[3]

Tabel 2 Determinarea mediilor și a erorilor aparente din punctul P2

Punctul	*Coordonate*			*Erori aparente*		
(determinarea)	*X[m]*	*Y[m]*	*Z[m]*	*v(x) [mm]*	*v(y) [mm]*	*v(z) [mm]*
P2(1)	*584966,0390*	*392227,1200*	*426,909*	-12,0345	-23,2759	-3,0345
P2(2)	584966,0300	392227,1700	426,870	-21,0345	26,7241	-42,0345
P2(3)	584966,0540	392227,1400	426,921	2,9655	-3,2759	8,9655
P2(4)	584966,0540	392227,1300	426,926	2,9655	-13,2759	13,9655
P2(5)	584966,0530	392227,1390	426,902	1,9655	-4,2759	-10,0345
P2(6)	584966,0560	392227,1350	426,892	4,9655	-8,2759	-20,0345
P2(7)	584966,0560	392227,1350	426,892	4,9655	-8,2759	-20,0345
P2(8)	584966,0650	392227,1280	426,939	13,9655	-15,2759	26,9655
P2(9)	584966,0590	392227,1450	426,910	7,9655	1,7241	-2,0345
P2(10)	584966,0470	392227,1350	426,914	-4,0345	-8,2759	1,9655
P2(11)	584966,0480	392227,1440	426,929	-3,0345	0,7241	16,9655
P2(12)	584966,0520	392227,1370	426,932	0,9655	-6,2759	19,9655
P2(13)	584966,0510	392227,1430	426,921	-0,0345	-0,2759	8,9655
P2(14)	584966,0540	392227,1430	426,913	2,9655	-0,2759	0,9655
P2(15)	584966,0420	392227,1480	426,915	-9,0345	4,7241	2,9655
P2(16)	584966,0420	392227,1340	426,963	-9,0345	-9,2759	50,9655
P2(17)	584966,0500	392227,1470	426,922	-1,0345	3,7241	9,9655
P2(18)	584966,0430	392227,1470	426,903	-8,0345	3,7241	-9,0345
P2(19)	584966,0560	392227,1500	426,903	4,9655	6,7241	-9,0345
P2(20)	584966,0690	392227,1490	426,918	17,9655	5,7241	5,9655
P2(21)	584966,0500	392227,1510	426,913	-1,0345	7,7241	0,9655
P2(22)	584966,0540	392227,1420	426,897	2,9655	-1,2759	-15,0345
P2(23)	584966,0520	392227,1440	426,922	0,9655	0,7241	9,9655
P2(24)	584966,0500	392227,1540	426,877	-1,0345	10,7241	-35,0345
P2(25)	584966,0500	392227,1510	426,897	-1,0345	7,7241	-15,0345
P2(26)	584966,0490	392227,1490	426,918	-2,0345	5,7241	5,9655
P2(27)	584966,0530	392227,1480	426,914	1,9655	4,7241	1,9655
P2(28)	584966,0570	392227,1520	426,901	5,9655	8,7241	-11,0345
P2(29)	584966,0450	392227,1450	426,916	-6,0345	1,7241	3,9655
Medii	*M(x)*	*M(y)*	*M(z)*			
	584966,0510	392227,1433	426,9120			

Pentru comparație, s-a făcut prelucrarea și în varianta împărțirii pe clase. Din punct de vedere statistic se recomandă ca numărul de clase să se stabilească cu relația

$$r = [1 + 3{,}322 \cdot \lg n] \tag{3}$$

în care $n = 29$ este volumul populației adică numărul de serii de observații. Din calcul rezultă ca sunt necesare 5 clase de prelucrare.

Tabel 3 Determinarea claselor de prelucrare

Valoare	*Punctul 101*			*Punctul P2*		
	X[m]	*Y[m]*	*Z[m]*	*X[m]*	*Y[m]*	*Z[m]*
Max	584966,9780	392192,1397	467,3993	584966,0690	392227,1700	426,9630
Min	584966,9402	392192,1140	467,3514	584966,0300	392227,1200	426,8700
Amplitudine	0,0378	0,0257	0,0479	0,0390	0,0500	0,0930
Interval clasa	0,0076	0,0051	0,0096	0,0078	0,0100	0,0186

În varianta prelucrării pe clase, valorile medii s-au stabilit ca medii ponderate între media fiecărei clase de prelucrare și frecvența de apariție în clasa respectiva.

$$\boldsymbol{M} = \frac{\sum_1^r \boldsymbol{M_i f_i}}{\sum_1^r \boldsymbol{f_i}} \tag{4}$$

Tabel 4 Valorile mediilor ponderate rezultate din prelucrare pe clase

Punct	*Nr. interval*	*X*		*Y*		*Z*	
		Media [m]	*Frecventa absoluta*	*Media [m]*	*Frecventa absoluta*	*Media [m]*	*Frecventa absoluta*
101	1	584966,9440	4	392192,1166	4	467,3562	2
	2	584966,9515	6	392192,1217	3	467,3658	7
	3	584966,9591	13	392192,1269	8	467,3754	9
	4	584966,9667	4	392192,1320	8	467,3849	8
	5	584966,9742	1	392192,1371	5	467,3945	2
	Media	584966,9569		392192,1282		467,3757	
P2	1	584966,0339	2	392227,1250	3	426,8793	2
	2	584966,0417	4	392227,1350	7	426,8979	8
	3	584966,0495	12	392227,1450	14	426,9165	15
	4	584966,0573	9	392227,1550	5	426,9351	3
	5	584966,0651	2	392227,1650	1	426,9537	1
	Media	584966,0508		392227,1430		426,9120	

Valorile obținute prin prelucrarea pe clase pot fi comparate cu valorile obținute fără împărțirea pe clase iar în situația analizata rezulta diferențe nesemnificative ce conduc la concluzia ca în calcule poate fi utilizata oricare din variante.

Tabel 5 Comparații intre variantele de calcul

Metoda	*101*			*P2*		
	M(x) [m]	*M(y) [m]*	*M(z) [m]*	*M(x) [m]*	*M(y) [m]*	*M(z) [m]*
Fără împărțirea pe clase	584966,9569	392192,1280	467,3759	584966,0510	392227,1433	426,9120
Cu împărțirea pe clase	584966,9569	392192,1282	467,3757	584966,0508	392227,1430	426,9120
Diferențe	0,0000	-0,0002	0,0002	0,0002	0,0003	0,0000

Determinarea dispersiilor și abaterilor medii pătratice s-a făcut ca în cazul unei distribuții normale cu relația:

$$D(x) = s^2 = \frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{\bar{x}})^2 = \frac{[vv]}{n-1} \tag{5}$$

iar abaterea medie pătratică (abaterea standard) este:

$$\boldsymbol{s} = \sqrt{\frac{[vv]}{\boldsymbol{n-1}}} \tag{6}$$

în care n este volumul populației adică numărul de observații

Tabel 7 Valorile dispersiilor și abaterilor standard

Caracteristica	*Punctul 101*			*Punctul P2*		
	Valori pe direcția			*Valori pe direcția*		
	X	*Y*	*Z*	*X*	*Y*	*Z*
[vv] [mm²]	1809,85	1142,47	2766,38	1620,97	2527,79	9318,97
D [mm²]	67,03	42,31	102,46	57,89	90,28	332,82
s [mm]	±8,19	±6,50	±10,12	±7,61	±9,50	±18,24

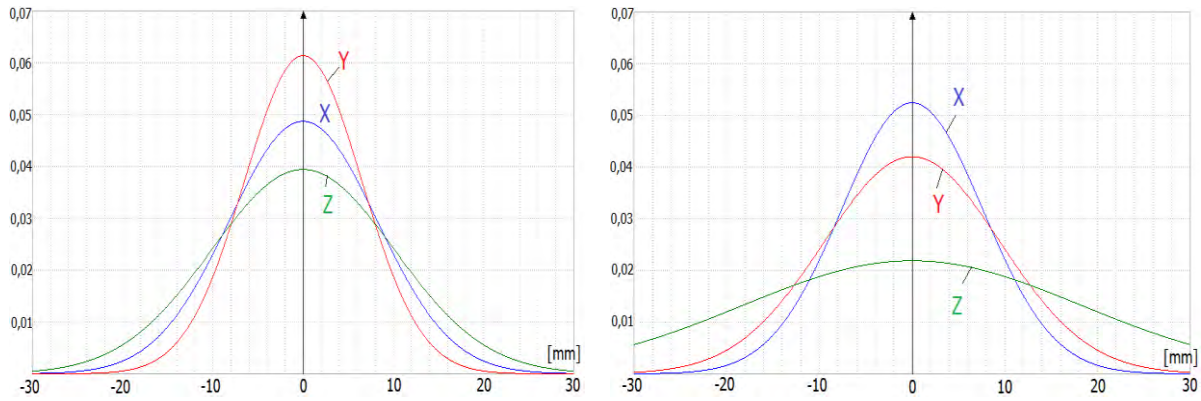


Fig.2 Densitatea de probabilitate a erorilor pe cele trei direcții pentru punctele 101 și P2

S-au determinat pe ansamblu abaterile standard în plan orizontal și s-a obținut $s_{xy} = \pm 10{,}46$ mm pentru punctul 101 și $s_{xy} = \pm 12{,}17$ mm pentru punctul P2.

3.Analiza unor corelații

Pentru a evalua dacă observațiile efectuate au în componența lor o caracteristica sistematică sau au un caracter pur aleator, s-a făcut analiza unor corelații.

S-a analizat daca există corelații între sensul și mărimea erorilor aparente aferente observațiilor efectuate simultan. Altfel spus, s-a studiat daca la un moment t, vectorii abaterilor față de valorile medii au sensuri și mărimi comparabile.

Având în vedere ca cele doua puncte în care s-au făcut observații sunt foarte apropiate am testat ipoteza ca o creștere a valorii X măsurată într-un punct să se regăsească și într-o creștere, tot pe direcția X, măsurată în celălalt punct. Aceeași ipoteză s-a testat și pentru direcțiile Y și Z. Dacă această ipoteza ar fi verificată am putea considera că exista o componentă sistematică a erorilor de măsurare, componentă care a putea fi generată de pozițiile sateliților vizibili în acel moment sau de alte condiții care afectează simultan cele două puncte. Daca ipoteza nu este verificată, se poate concluziona că erorile aparente sunt pur aleatoare, fără să aibă o componentă sistematică.

Se cunoaște că, dacă $x_1, x_2, \dots, x_n$ și $y_1, y_2, \dots, y_n$ sunt două șiruri de observații cu mediile $\bar{x}$, respectiv $\bar{y}$, corelația dintre acestea poate fi exprimată prin coeficientul de corelație

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})(y_i-\bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})^2 \cdot \sum_{i=1}^{n}(y_i-\bar{y})^2}} \qquad (7)$$

Dacă valoarea coeficientului de corelație este apropiata de 0, atunci nu există nici o corelație între variabile. [4] Corelația exista și este puternica daca r_{xy} se apropie de ±1.

În studiul de caz analizat, rolul șirurilor $x_1, x_2, \dots, x_n$ și $y_1, y_2, \dots, y_n$ este jucat de abaterile aparente $v_1^{101}, v_2^{101}, \dots, v_n^{101}$ (în punctul 101) și $v_1^{P2}, v_2^{P2}, \dots, v_n^{P2}$ (în punctul P2). Analiza a fost făcută pentru fiecare din direcțiile X, Y și Z

Indicii de corelație obținuți sunt următorii: $r^X_{101-P2} = 0{,}07$, $r^Y_{101-P2} = 0{,}18$, $r^Z_{101-P2} = 0{,}04$

Se poate concluziona că între abaterile aparente existente la același moment nu există nici un fel de corelație, deci ipoteza existenței unei componente sistematice este falsă, erorile fiind pur aleatoare.

O altă corelație luată în studiu a fost între mărimile abaterilor aparente și condițiile meteo. Cunoscând abaterile medii pătratice în plan orizontal pentru fiecare serie de observații, s-a făcut

o reprezentare a acestor abateri și a condițiilor meteo pentru întreaga perioadă în care s-au făcut observații (4-11 aprilie 2024). Cerul fiind senin aproape întreaga perioadă, nu se evidențiază o corelație între mărimea abaterilor și condițiile meteo.

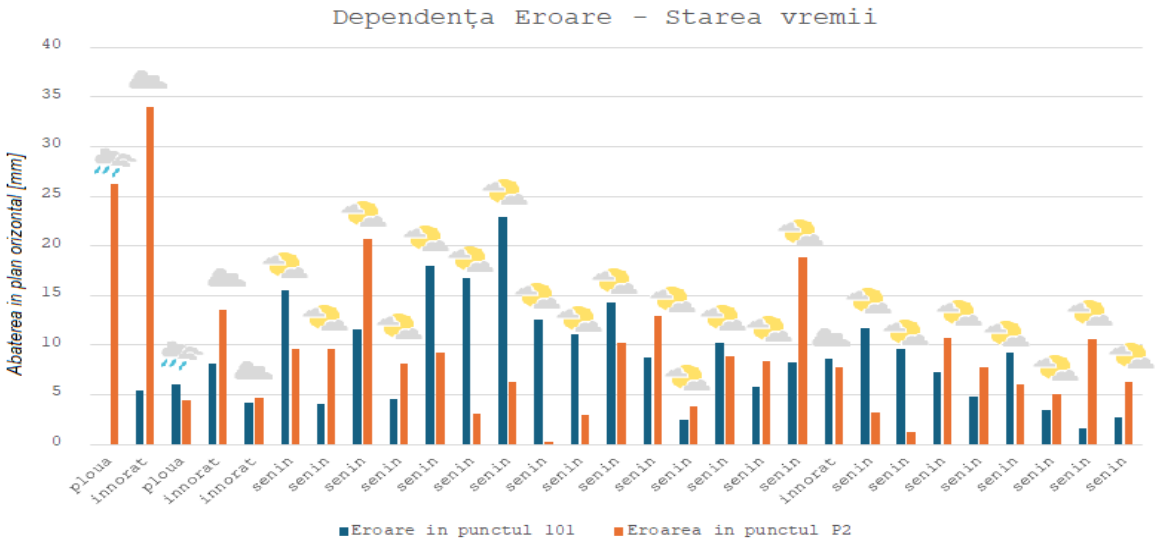


Fig.3 Reprezentarea abaterilor în plan orizontal și a condițiilor meteo pentru șirul de observații

4. Determinarea probabilității de încadrare a erorii într-un interval dorit

Având în vedere faptul că erorile sunt repartizate după o distribuție normală, numită și distribuția Gauss, graficul densității de probabilitate are o formă ca cea din figura 5. Aria cuprinsa între curbă și axa absciselor reprezintă probabilitatea ca evenimentul sa aibă loc. În cazul măsurătorilor, probabilitatea ca sa se producă o eroare cuprinsa între $-\infty$ și $+\infty$, este un eveniment sigur adica p=1 (sau 100%) iar valoarea acestei probabilități este data de aria de sub curba care poate fi calculată prin relația de mai jos

$$\int_{-\infty}^{+\infty} \boldsymbol{p(t)dt} = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{+\infty} \boldsymbol{e}^{-\frac{(t-m)^2}{2\sigma^2}} \boldsymbol{dt} = \mathbf{1} \qquad (8)$$

cu semnificațiile:

$\boldsymbol{t}$ - variabila care are o distribuție normală (în cazul de față eroarea măsurătorii)
$\boldsymbol{m}$ – media variabilei (în cazul de față erorile se grupează în jurul valorii medii m=0)
$\boldsymbol{\sigma}$ – abaterea standard (în cazul de față a fost stabilita statistic și a fost notata cu s)

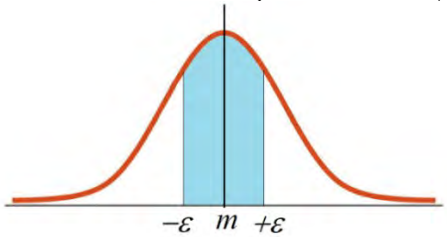


Fig.4 Densitatea de probabilitate

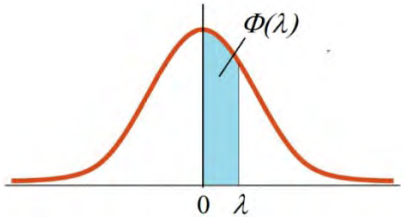


Fig.5 Calculul valorii $\boldsymbol{\Phi}$

Dacă se dorește calculul probabilității ca o eroare să se încadreze în intervalul $[-\boldsymbol{\varepsilon}, +\boldsymbol{\varepsilon}]$, probabilitatea este dată chiar de valoarea ariei cuprinsă între curba de densitate, axa absciselor și verticalele care trec prin –ε, +ε (fig.4).

Pentru a calcula aceasta suprafață se poate folosi relația

$$\int_{-\varepsilon}^{+\varepsilon} p(t)dt = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{-\varepsilon}^{+\varepsilon} e^{-\frac{(t-m)^2}{2\sigma^2}} dt \quad (9)$$

Aceasta varianta de calcul [4] este uneori dificila și din acest motiv se folosește integrala lui Laplace pentru calculul valorii $\Phi(\lambda)$, procedeu care se aplică pentru distribuția normală redusă adică pentru o distribuția normală care are media $m = 0$ și abaterea standard $\sigma = 1$

$$\Phi(\lambda) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^{\lambda} e^{\frac{-t^2}{2}} dt \quad (10)$$

Această integrală (fig.5) se poate calcula relativ mai ușor iar pentru diferite valori ale lui λ, valorile funcției $\Phi(\lambda)$ se găsesc în table matematice.

Transformarea unei distribuții normale oarecare, care depinde de o variabilă x cu medie m și abatere standard σ, într-o distribuție normală redusă se face prin intermediul variabilei λ.

$$\lambda = \frac{x-m}{\sigma} \quad (11)$$

Pentru cazul studiat, în care ne interesează ca variabila ”eroare” să se înscrie în limitele $[-\varepsilon, +\varepsilon]$, integrala lui Laplace va avea forma

$$\Phi(\lambda) = \Phi\left(\frac{\varepsilon-m}{\sigma}\right) = \Phi\left(\frac{\varepsilon}{s}\right) \quad (12)$$

deoarece erorile aparente se grupează în jurul mediei 0 iar abaterea standard σ este chiar valoarea s calculata în secțiunile anterioare acestei lucrări.

Deoarece graficul este simetric față de media $m = 0$ (fig.4), probabilitatea ca eroarea să se încadreze în intervalul $[-\varepsilon, +\varepsilon]$ este:

$$p = 2 \cdot \Phi(\lambda) \quad (13)$$

	A	B	C	D	E	F
1	***Calculul integralei Laplace***					
2	Domeniul de integrare					
3	de la	0		Nr de intervale la divizare		10
4	pana la	0,1643		Latimea unui interval		0,01643
5						
6					Φ(λ)=	**0,0653**
7						
8	Intervalul	Limita stanga	Limita dreapta	f(stanga)	f(dreapta)	Arie trapez
9	1	0	0,01643	0,39894	0,39889	0,00655
10	2	0,01643	0,03286	0,39889	0,39873	0,00655
11	3	0,03286	0,04929	0,39873	0,39846	0,00655
12	4	0,04929	0,06572	0,39846	0,39808	0,00654
13	5	0,06572	0,08215	0,39808	0,39760	0,00654
14	6	0,08215	0,09858	0,39760	0,39701	0,00653
15	7	0,09858	0,11501	0,39701	0,39631	0,00652
16	8	0,11501	0,13144	0,39631	0,39551	0,00650
17	9	0,13144	0,14787	0,39551	0,39460	0,00649
18	10	0,14787	0,1643	0,39460	0,39359	0,00648

Fig.5 Calculul integralei Laplace pe intervalul [0 ; 0,1643]

De exemplu, știind că erorile observațiilor efectuate în regim RTK au o distribuție Gauss cu abaterea standard $\boldsymbol{s = 12,17\ mm}$, dorim sa aflăm care este probabilitatea ca efectuând o observație, eroarea acesteia să se încadreze în limitele $\boldsymbol{\varepsilon = \pm 2\ mm}$

$$\boldsymbol{\lambda = \frac{2-0}{12,17} = 0,1643} \tag{14}$$

iar valoarea integralei

$$\boldsymbol{\Phi(0,1643) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^{0,1643} e^{\frac{-t^2}{2}}\, dt} \tag{15}$$

s-a calculat numeric în Excel [5] prin împărțirea intervalului de integrare în subintervale (fig.5).

Deci probabilitatea ca efectuând o observație, eroarea acesteia să se încadreze în limitele $\boldsymbol{\varepsilon = \pm 2\ mm}$ este de

$$p = 2 \cdot \Phi(0,1643) = 2 \cdot 0,0653 = 0,1306 = 13,06\% \tag{16}$$

Au fost calculate și probabilitățile ca erorile observațiilor se sa încadreze între alte limite dorite iar rezultatele sunt redate în tabelul 8.

Tabelul 8 Calculul probabilităților ca eroarea de observare să se încadreze într-o valoare dorită

$\boldsymbol{\varepsilon}$	±2 mm	±4 mm	±6 mm	±8 mm	±10 mm	±15 mm	±20 mm	±25 mm
$\boldsymbol{\lambda}$	0,1643	0,3287	0,4930	0,6574	0,8217	1,2325	1,6434	2,0542
$\boldsymbol{\Phi(\lambda)}$	0,0653	0,1288	0,1890	0,2445	0,2942	0,3908	0,4495	0,4797
$\boldsymbol{2 \cdot \Phi(\lambda)}$	0,1306	0,2576	0,3780	0,489	0,5884	0,7816	0,8990	0,9594
p	13,06%	25,76%	37,80%	48,90%	58,84%	78,16%	89,90%	95,94%

Printr-un calcul similar efectuat pentru eroarea pe cotă a unei observații, având abaterea standard determinată, $\boldsymbol{s = 18,24\ mm}$, s-a constatat ca 98,6% din observații se înscriu în intervalul ±45 mm pe cotă.

5.Concluzii

Eroarea de determinare a unui punct prin măsurători GNSS efectuate în regim RTK, cu instrumentele prezentate, se încadrează din punct de vedere planimetric în ±25 mm în 95% din cazuri fapt ce este satisfăcător în lucrări cadastrale și în unele lucrări de ridicare topografică.

Există însă limitări din punct de vedere al preciziei, mai ales când este vorba de determinarea cotelor deoarece erorile pe cota se încadrează în ±45 mm la 95% din observații.

În lucrările inginerești utilizarea este limitată de precizie deoarece probabilitatea de a obține o eroare în intervalul ±4 mm este de numai 25% iar în intervalul ±2 mm probabilitatea este doar de 13%. Dacă nu se ține seamă de aceste limitări, în cazul utilizării unor rețele de trasare având punctele determinate prin măsurători RTK, pot exista erori mari mai ales pe orientări și cu atât mai mult când punctele ce definesc orientarea sunt apropiate.

Analiza datelor culese indică faptul că erorile ce apar la astfel de măsurători au caracteristică aleatorie, fără a fi evidențiată o componentă sistematică ce ar putea fi eliminata.

BIBLIOGRAFIE

1. Fissgus K.G. s.a. - *Study of GNSS Positioning Accuracy for Handheld Receivers,* Freiberger Forschungsforum, 66. Berg- und Hüttenmänischer Tag Bergakademie Freiberg, 2015
2. Veres I.S., s.a - *Metode de prelucrare a măsurătorilor*, Ed. Universitas Petroşani, 2017
3. Filip L., s.a - *Teoria prelucrării mărimilor măsurate*, Ed. Universitas Petroşani, 2021
4. Vereș I.S. – *Teoria probabilităților și statistică matematica*, Note de curs UTCN, 2024
5. Vereș I.S. – *Metode numerice*, Note de curs UTCN, 2023

MODELAREA ȘI ANALIZA TRIDIMENSIONALĂ A TERENULUI FOLOSIND DIFERITE METODE DE CULEGERE A DATELOR

Autor/autori
Denisa UNGUR
Facultatea de Construcții., Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, ungurdenisa21@yahoo.com

Îndrumător/îndrumători
Ș.L.Dr.Ing. Raluca GÂLGĂU
Facultatea de Construcții., Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, raluca.farcas@mtc.utcluj.ro

REZUMAT: *Terenurile sunt o componentă crucială a scenelor tridimensionale și sunt prezente în multe aplicații de modelare cartografică. Metodele și tehnicile de modelare a terenului se concentrează pe capturarea tuturor detaliilor din teren, care permit generarea de modele digitale tridimensionale, în vederea efectuării unor simulari și analize 3D vizuale. Acest articol oferă o privire de ansamblu asupra tehnicilor actuale de modelare a terenului în funcție de metoda de culegere a datelor.*

Cuvinte cheie: teren, modelare, sistem GNSS, UAV, vizualizare 3D a terenului

1. Introducere

Cunoașterea și dorința omului de a progresa a făcut ca astăzi să dispunem de tehnologia pe care o utilizăm. Din nevoia de a digitiza marea majoritate a lucrurilor pe care le facem, în domeniul topografic s-au dezvoltat diferite soft-uri de procesare a datelor, ușurând cu mult metodele de prelucrare și gestionând mai multe date simultan.

Reprezentrea pe calculator a formei terenului necesită o modelare matematică a suprafeței terestre, cunoscută sub numele de „Model digital al terenului” (abreviere: MDT), modelare care constă dintr-un ansamblu de ecuații ce definesc forma suprafeței terestre și care realizează o suprafață matematică ce aproximează foarte riguros suprafața reală a terenului. Așadar, prin model digital al terenului se înțelege reprezentarea digitală (numerică) a suprafeței terestre, printr-o suprafață matematică ce aproximeză suprafața topografică a terenului și poate fi utilizat în diverse aplicații militare sau civile bazate pe datele terenului. [1]

Pentru realizarea lucrării propriu-zise s-au efectuat măsurători cu ajutorul tehnologiei UAV îmbinată cu tehnologia GNSS pentru a marcarea în teren a reperilor necesari pentru realizarea zborului cu drona.

2. Studiu de caz

Prezenta lucrare își propune să creeze mai multe modele digitale ale terenului folosind diferite soft-uri de prelucrare a datelor cât și prin a metodelor de culegere a datelor folosind diferite tehnologii, pentru a observa diferențele dintre acestea.

Pentru început am efectuat măsurătorile cu tehnologia GNSS, folosind RTK Fix. Am măsurat punctele de interes ale taluzurilor formate pentru a putea crea în etapa de prelucrare a datelor un model cat mai exact al zonei de interes.

2.1 Studiul amplasamentului

Zona de interes se află în județul Cluj, mun. Cluj-Napoca, str. Frunzișului, vizazi de nr. 88 a, aceasta fiind față în față cu renumitul complex de apartamente denumit „Wings”.

Amplasamentul a fost ales astfel încât să se poată evidenția diferențele de nivel pe un model digital al terenului. Terenul prezintă maldăre de moloz.

2.2 Descrierea aparaturii folosite

GPS-ul Geomax Zenith 35 Pro și controlerul format dintr-un telefon iHunt



Fig. 1. GPS-ul Geomax Zenith 35 Pro [2]

Marca: GeoMax
Canale: 555, multifrecventa
Urmărirea constelațiilor: BeiDou, Galileo, GLONASS, GPS
Precizie- RTK H/V (MM + PPM): Hz 8 mm ± 1 ppm, V 15 mm ± 1 ppm
Precizie- - H/V STATIC (MM + PPM): Hz 3 mm ± 0,5 ppm, V 5 mm ± 0,5 ppm
Tastatură: Pornit/oprit și tastă funcțională
Interfață:/ Porturi: Alimentare externă, Bluetooth® intern, recepție RTK, transmitere RTK, cartelă SIM, USB, Wi-Fi®
Înregistrarea datelor: 8 GB memorie interna, Micro SD
Modemuri: GSM, Tilt&Go, UHF
Greutate: 1,17 kg fara baterie
Smart Station/ Rover: da
Timp de funcționare: 8 ore în modul static / 6 ore în modul rover
Sorfware: Sondaj extern X-Pad Ultimate [2]

Drona DJI Mavic 3E Enterprise



Fig. 2. Drona DJI Mavic 3E Enterprise (sursă proprie)

Compactă și portabilă
Cameră: cu obiectiv larg CMOS 4/3, 20MP, obturator mecanic
Lungime focală echivalentă: 162 mm, 12 MP, zoom hibrid 56×
Timp maxim de zbor: 45 de minute
Transmisie: DJI O3 Enterprise
Poziționare la nivel de centimetru cu RTK [3]
Acurateţe de pozitionare pe orizontală: 1 cm + 1 ppm
Acurateţe de pozitionare pe verticală: 1.5 cm + 1 ppm [4]

2.3 Descrierea soft-urilor utilizate

TopoLT este un program ce conține unelte pentru aplicații 2D sau 3D și o serie de facilități de configurare a elementelor desenate, utile la realizarea de planuri topografice sau cadastrale, de modele tridimensionale ale terenului și ale curbelor de nivel, la calcularea

volumelor de săpătură și umplutură, la georeferențierea imaginilor raster, cât și la printarea automată. [5]

TopoGraph este o aplicație de topografie inginerească și cadastru care se adresează persoanelor de specialitate din domeniile topografiei, geodeziei, cadastrului, ingineriei civile (persoane autorizate ANCPI/OCPI, proiectanți, arhitecți, studenți în specializarea măsurători terestre și cadastru, tehnicieni din sfera ingineriei civile sau amenajării teritoriului). [6]

Agisoft Metashape este un produs software de sine stătător care efectuează procesarea fotogrammetrică a imaginilor digitale și generează date spațiale 3D pentru a fi utilizate în aplicații GIS, documentație privind patrimoniul cultural și producerea de efecte vizuale, precum și pentru măsurători indirecte ale obiectelor de diferite scări. [7]

Pix4D este un software profesional de prelucrare a imaginilor fotogrammetrice de la drone cu aplicabilitate în geodezie, construcții, agricultură și imobiliare ce poate crea de la imaginile brute produse finite livrabile. [8]

QGIS (cunoscut anterior sub denumirea de Quantum GIS) este o aplicație pentru sistemele informaționale geografice (GIS) de tip desktop open-source care acceptă vizualizarea, editarea și analiza datelor geospatiale. [9]

2.4 Prelucrarea datelor şi rezultatele obţinute

Prelucrarea datelor s-a făcut în programul TopoLt din care a rezultat un model digital în care se evidențiează cotele terenului, prin coloristică și prin denivelările reliefului. De la albastru (cele mai mici cote) până la roșu (cele mai mari cote).

Accesând meniul TopoLt, Model 3D, Crează model 3D, se creează modelul 3D selectând o polilinie ce unește punctele de extrem ale modelului, acestea fiind luate pe drumurile care înconjoară zona de interes.

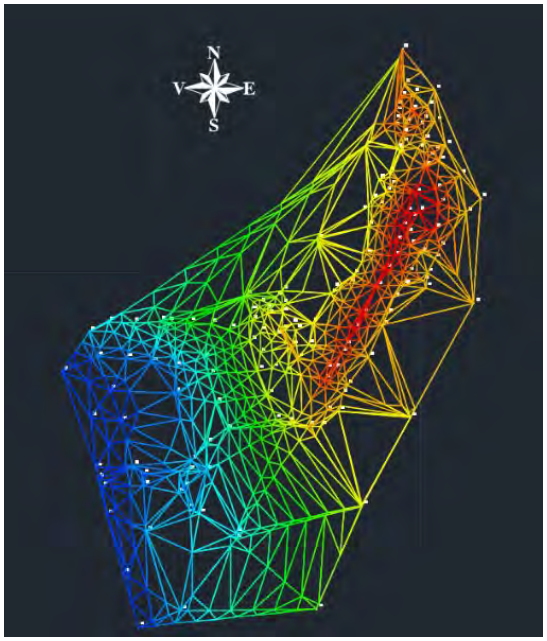


Fig. 3. Modelul digital al terenlui în TopoLt (sursă proprie)

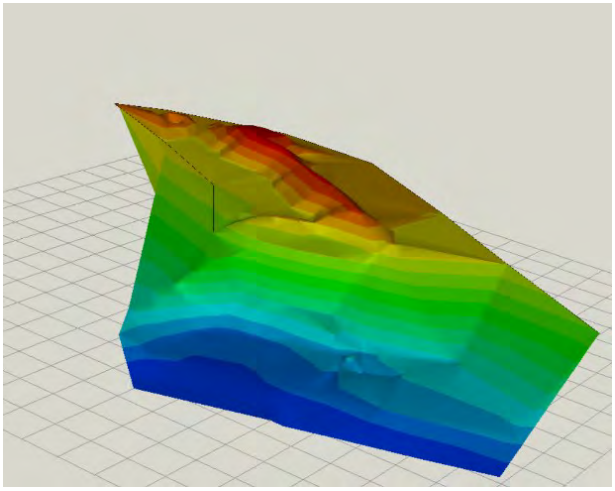


Fig. 4. Vizualizarea modelului 3D (sursă proprie)

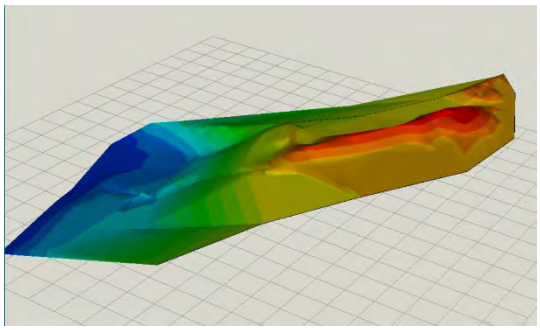


Fig. 5.1

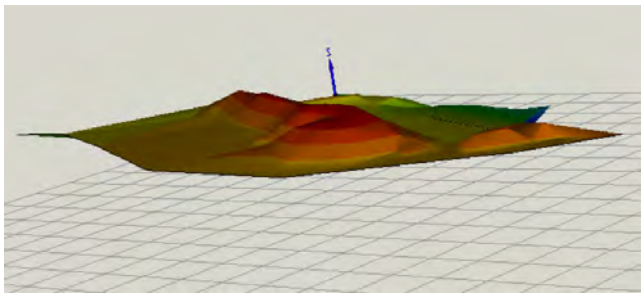


Fig. 5.2

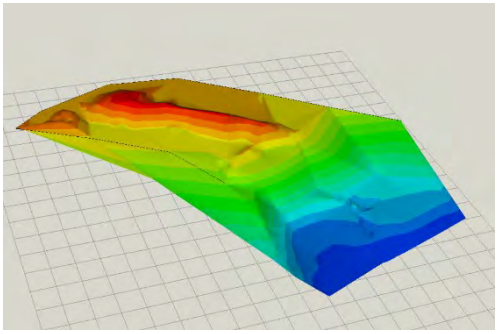


Fig. 5.3

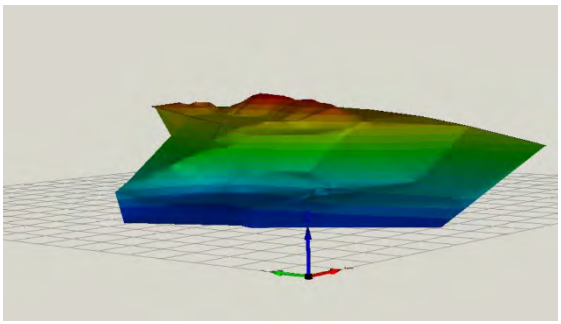


Fig. 5.4

Fig. 5. Vizualizarea modelului 3D din diferite unghiuri (sursă proprie)

Prelucrarea datelor realizată în programul TopoGraf: după importarea punctelor, se accesează din meniul TopoGraf, Suprafețe și TIN prin puncte și 3Dpoly, selectând punctele de interes, se creează rețeaua de triunghiuri ajutătoare creării modelului 3D. Coloristica prezentată în programul TopoGraf este de la albastru închis (cele mai mari cote) la roz (cele mai mici cote).

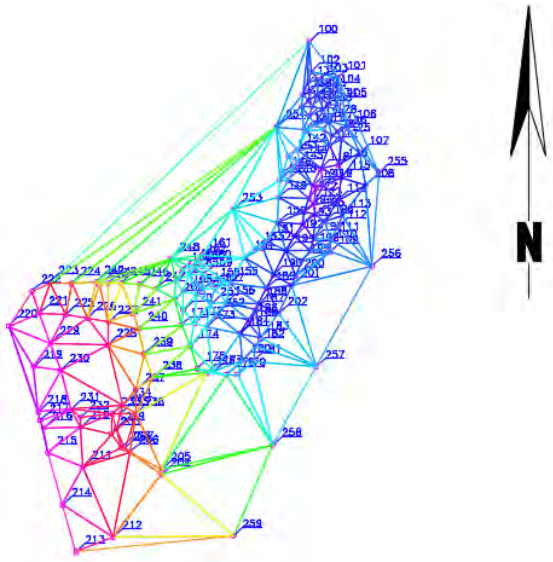


Fig. 6. Modelul 3D al triangulațiilor (sursă proprie)

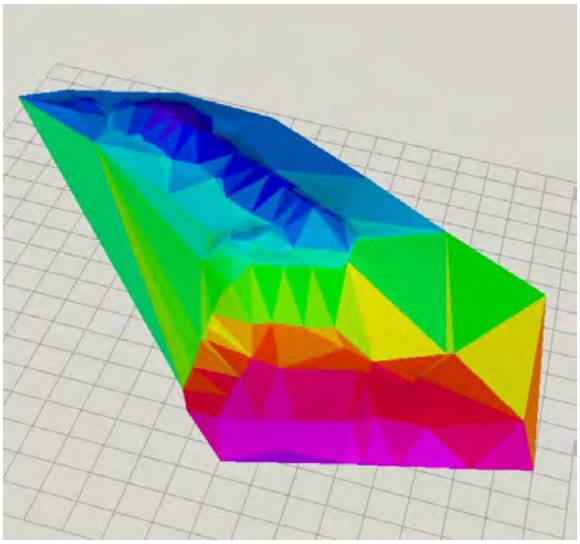


Fig. 7. Vizualizarea modelului 3D (sursă proprie)

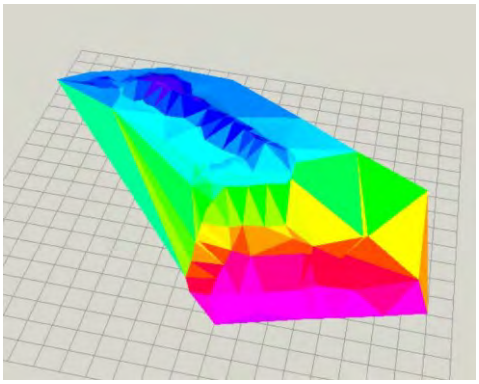


Fig. 8.1

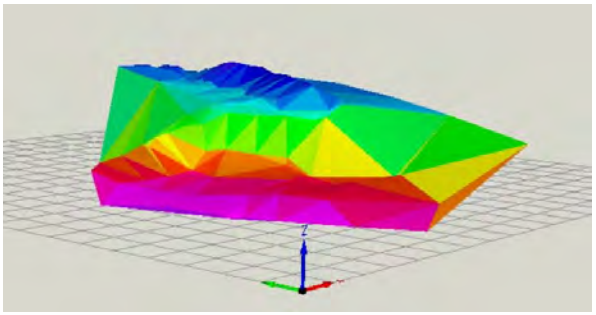


Fig. 8.2

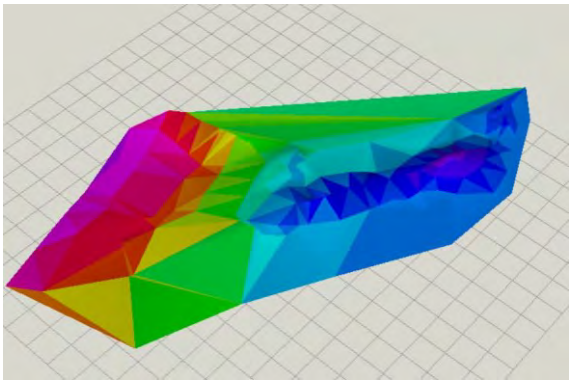


Fig. 8.3

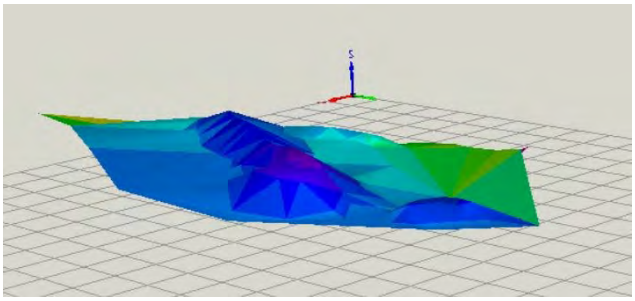


Fig. 8.4

Fig. 8. Vizualizarea modelului 3D din diferite unghiuri (sursă proprie)

Crearea modelului digital în Agisoft s-a efectuat prin următoarele operațiuni: importarea fotografiilor în program, alinierea fotografiilor, setarea sistemului de coordonate Stereo70, introducerea punctelor de reper și poziționarea lor pe fotograme, crearea norului dens de puncte, construcția geometriei și a texturii modelului. În figurile de mai jos este prezentat modelul digital al terenului din diferite părți:

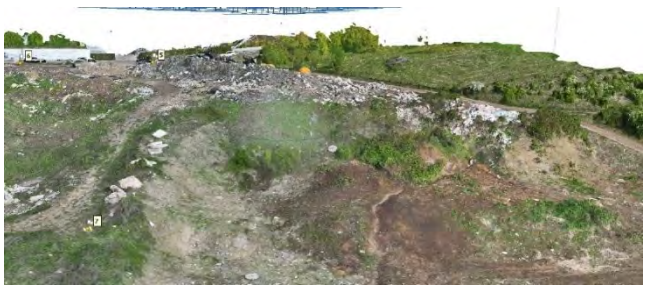


Fig. 9.1



Fig. 9.2



Fig. 9.3



Fig. 9.4

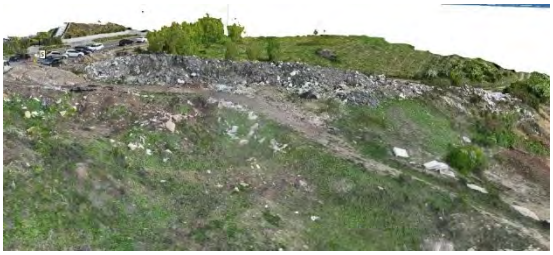


Fig. 9.5



Fig. 9.6



Fig. 9.7



Fig. 9.8

Fig. 9. Modelul digital al terenlui în Agisoft din diferite unghiuri (sursă proprie)

În programul Pix4D, prelucrarea nu a necesitat atâtea etape de urmat, astfel pașii parcurși sunt următorii: importarea fotografiilor, setarea sistemului de referință WGS84, selectarea șablonului de lucru și setarea procesării, importarea punctelor de control, crearea norului de puncte și a rețelei, crearea modelului digital al suprafeței și al terenului, precum și a ortofotoplanului.



Fig. 10. Ortofotoplanul din Pix4D (sursă proprie)

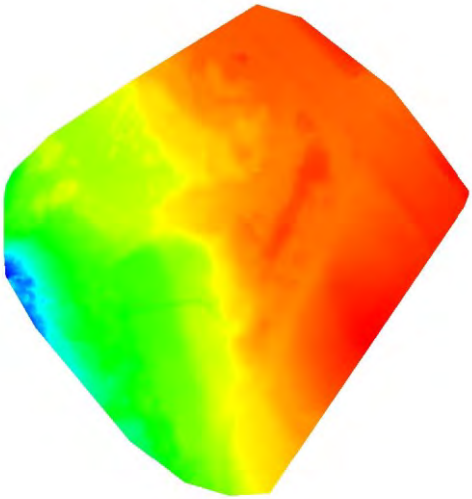


Fig. 11. Modelul digital al terenlui
(sursă proprie)

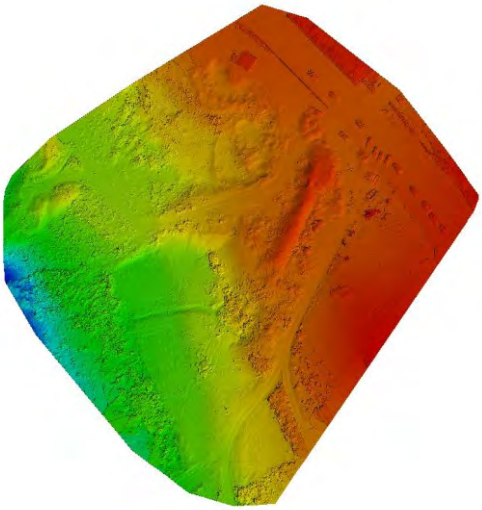


Fig. 12. Modelul digital al suprafeței
(sursă proprie)

Prelucrarea s-a efectuat și în QGIS cu preluarea datelor din Google Earth. Fișierul de tip „kmz” s-a tranformat într-unul de tip „gpx”, prin accesarea web site-ului „gps visualizer”, unde am transformat fișierul, selectând link-ul „Look up elevations”. După s-a importat fișierul și din meniul „Toolbox”, „Interpolation”, s-a ales interpolarea de tip „TIN”.



Fig. 13. Modelul digital al terenului
(sursă proprie)

3. Concluzii

3.1 Colectarea datelor cu tehnologia GNSS s-a efectuat într-un timp mai îndelungat, iar cea cu tehnologia UAV într-un timp mai scurt.
3.2 Prelucrarea datelor preluate cu tehnologia GNSS s-a efectuat într-un timp scurt, iar pentru prelucrarea fotografiilor preluate cu tehnologia UAV a fost necesar un timp mult mai lung.
3.3 Modelul digital al terenului este mult mai exact atunci când culegerea datelor se face de către inginer sau o persoană autorizată.

3.4 Modelul digital al terenului creat prin preluarea datelor din Google Earth nu este la fel de precis ca și cel care a fost măsurat fie cu tehnologia GNSS, fie cu tehnologia UAV.
3.5 Suprafața relativ mică a studiului, precum și diferența maximă de altitudine de aproximativ 20 m nu au fost de ajutor în evidențierea diferențelor de nivel când preluarea datelor s-a făcut din Google Earth.

BIBLIOGRAFIE

1. https://www.armyacademy.ro/reviste/1_2002/art24.pdf
2. https://geooprema.com/products/survey-equipment/survey-gps-gnss/geomax-zenith-35-pro-gps-gnss/
3. https://enterprise.dji.com/mavic-3-enterprise
4. https://gouav.co.za/products/dji-mavic-3e-enterprise-rtk-module
5. https://www.topolt.com/ro/product/topolt-ro/
6. https://topo.com.ro/noutate/prezentarea-generala-programului-topograph80
7. https://www.agisoft.com/
8. https://www.blacklight.ro/solutie-geo/pix4dmapper-desktop-%281-device%29-~-perpetual-license/36
9. https://ro.wikipedia.org/wiki/QGIS

Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca
Facultatea de Construcții

Sesiunea Națională de Comunicări Științifice Studențești, ediția a XXII-a
Cluj-Napoca, 17-18 Mai 2024

PREMII

Comisia 4 (MTC+TDCC)

Premiul	Numele și prenumele autorului/autorilor	Instituția de învățământ	Titlul lucrării	îndrumător/ Îndrumători
I	Maria Anastasia NACU	UTCN Facultatea de Construcții	EVALUAREA STATISTICĂ A ERORILOR DE MĂSURARE ÎN DETERMINĂRI SATELITARE	Ioel Samuel VEREȘ
II	Vlad LARIONESI	UTCN Facultatea de Construcții	REALIZAREA CADASTRULUI SISTEMATIC ÎN INTRAVILANUL SAT SEBESUL DE SUS, COM.RACOVIȚA	Mircea Vasile BONDREA
III	Patrick Gabriel BOB	UTCN Facultatea de Construcții	COMPARAȚIE ÎNTRE APARATURA GNSS ȘI STAȚIA TOTALĂ ÎN TRASAREA REȚELELOR EDILITARE DE CANALIZARE	Sanda Marioara NAȘ
Mențiune	Sorina Mihaela MICLAESCU	UNITBv Facultatea de Silvicultură și Exploatări Forestiere	FOLOSIREA SCANĂRII LASER TERESTRE PENTRU EVALUAREA CALITĂȚII DRUMURILOR FORESTIERE	Mihnea CĂȚEANU
Mențiune	Gabriela CANDALE Ionut FUIA Cristian SZEREMI Liviu TITIENI	UTCN Facultatea de Construcții	STUDIUL PRIVIND DETERMINAREA PRECIZIILOR DE MĂSURARE, UTILIZÂND TEHNOLOGIILE TOPO-GEODEZICE ASUPRA REȚELELOR DE RIDICARE	Sanda Marioara NAȘ

Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca
Facultatea de Construcții

Sesiunea Națională de Comunicări Științifice Studențești, ediția a XXII-a
Cluj-Napoca, 17-18 Mai 2024

Comisia 5

CONSTRUCȚII CIVILE, INDUSTRIALE ȘI AGRICOLE (CCIA)

MASTER

ARHITECTURA

1. Conf.dr.ing. Ligia MOGA
2. Șef l. dr.ing. Andrei FAUR
3. Asist.dr.ing. Vasile CHIOREAN
4. Conf.dr.ing. Roxana TĂMAȘ
5. HORATIU MOCIRAN
6. Student Nora FILIPOI
7. Student Cosmin CHIFORESCU

Membri supleanți:

1. Șef l.dr.ing. Dorina SUCALĂ
2. Șef l.dr.ing Horia CONSTANTINESCU
3. Șef l. dr.ing. Teodora ȘOIMOȘAN

ANALIZA LA COLAPS PROGRESIV A UNUI CADRU PLAN DIN BETON ARMAT

Autor/autori
Ximena A. BOGDAN[1*],
[1]*Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, ximena_mena10@yahoo.com*

Îndrumător/îndrumători
Șef lucr. Dr. Ing. Teodora Besoiu
Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Cluj Napoca
Teodora.BESOIU@mecon.utcluj.ro

REZUMAT: *Obiectivul acestei lucrări este de a evalua rezistența la colaps progresiv a unui cadru plan din beton armat, folosind un program de calcul care are la bază Metoda Elementelor Finite. Astfel, s-a modelat în programul Abaqus/Explicit un cadru plan realizat la scara 1/3, având două niveluri și patru deschideri, care a fost testat experimental de Li și colab. (2016). În experiment, simularea colapsului progresiv s-a realizat prin îndepărtarea pas cu pas (cvasi-statică) a stâlpului central de la primul nivel. În modelarea numerică, acest lucru s-a efectuat aplicând o deplasare pe verticală de 500 mm în mai mulți pași, în nodul de deasupra stâlpului îndepărtat.*
În urma analizei neliniare s-a comparat curba forță – deplasare pe verticală a stâlpului central, fiind într-o foarte bună concordanță cu cea obținută experimental. Modelul numeric poate surprinde inclusiv mecanismele de cedare dezvoltate în grinzile adiacente stâlpului central: acțiunea de arc comprimat și acțiunea catenară.

Cuvinte cheie: Abaqus, colaps progresiv, cadru din beton armat, MEF, cvasi-static, analiză neliniară

1. Introducere

Colapsul progresiv se definește ca fiind răspândirea unei avarii locale inițiale de la un element la altul, care în final duce la prăbușirea întregii structuri sau a unei părți mari disproporționate a acesteia. Codul american DOD (2013) prevede ca, clădirile să fie proiectate pentru a putea suporta daune locale, dar sistemul structural în ansamblu, să rămână stabil și să nu fie deteriorat într-o măsură disproporționată față de daunele locale inițiale. Structurile pot fi proiectate astfel încât să limiteze efectele colapsului local și să prevină sau să minimizeze colapsul progresiv. [1]
Exemple de clădiri care au cedat prin colaps progresiv, de unde au rezultat un număr mare de victime și pagube materiale sunt: Ronan Point (Londra, 1968), Capitan Arenas (Barcelona, 1972), Cazarma Marinei SUA (Beirut, 1983), Buenos Aires (Argentina, 1994), AP Murrah (Oklahoma, 1995), Sampoong Department Store (Seul, 1995), World Trade Center (New York, 2001), Achimota Melcom Shopping Center (Acra, 2012). După incidentul din Londra și anume prăbușirea blocului rezidențial Ronan Point (1968) a început să se ia în considerare riscul prăbușirii progresive, iar după atacul terorist din New York (World Trade Center, 2001) și prăbușirea clădirii federale din Oklahoma (AP Murrah, 1995) au fost introduse noi standarde și recomandări în ceea ce privește colapsul progresiv, conform Jose M. Adam. [2]
Obiectivul principal al studiului constă în analiza la colaps progresiv a unui cadru plan din beton armat. În acest scop, se urmărește într-o primă etapăcalibrarea unui experiment în programul Abaqus.

2. Experimentul efectuat de Li și alții (2016) [3]

Dintr-o clădire în cadre de 8 etaje, cu înălțimea primului nivel de 4.2 m și celelalte niveluri cu înălțimea de 3.3 m, se extrage specimenul pe care se vor efectua testele. Detaliul de proiectare este prezentat în figura de mai jos și constă în 4 deschideri și două niveluri inferioare. Cadrul testat este realizat la o scară de 1/3, conform figurii 1. Scopul experimentului a fost să se determine influența zidăriei asupra rezistenței la colaps progresiv a cadrului. Din acest motiv prima dată s-a testat cadrul gol (fără zidărie) și apoi cadrul cu zidărie. În această lucrare se va studia doar cadrul gol, urmând ca într-o cercetare ulterioară să se introducă și zidăria.

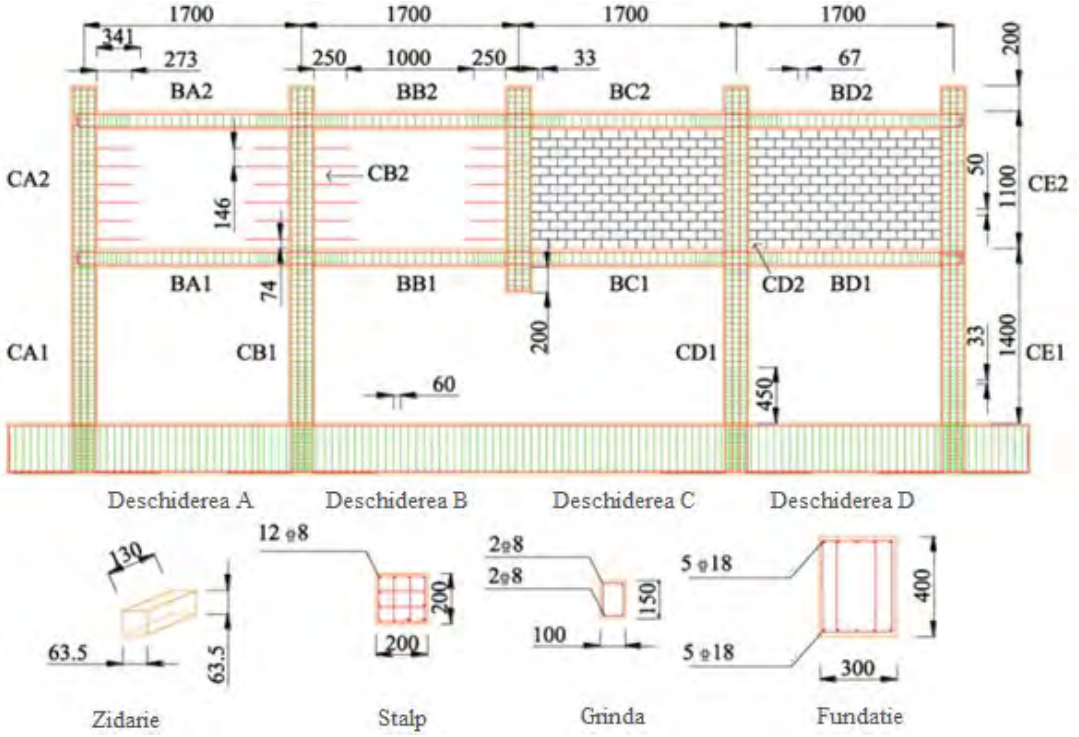


Figura 1. Detalii de proiectare al cadrului de testare. [3]

Stâlpii au secțiunea de 200 x 200 mm și sunt armați cu bare longitudinale Ø8 (12 Ø8). Armătura transversală a stâlpilor are diametrul de 4 mm, cu 4 brațe de forfecare. Grinzile sunt de secțiune dreptunghiulară 100 x 150 mm, armătura longitudinală are diametrul de 8 mm (4 Ø8), iar etrierii au diametrul de 4 mm, având două brațe de forfecare. La baza stâlpilor de la parter, etrierii din stâlp sunt dispusi la 33 mm, pe o porțiune de 450 mm, iar în restul zonelor armătura transversală este dispusă la 50 mm. Pentru fundație s-a utilizat armătură longitudinală din bare Ø18 și etrieri Ø8. Fundația, primul nivel și al doilea nivel au fost turnate separat. Acoperirea cu beton este de 15 mm.
Proprietățile barelor de armătură din stâlpi și grinzi sunt prezentate în tabelul 1.

Tabelul 1. Proprietățile oțelului din barele de armătură. [3]

Diametrul barelor (mm)	Rezistența de curgere (MPa)	Rezistența ultimă (MPa)	Alungirea specifică la rupere
8	415	588	18%
4	235	322	31%

Rezistența la compresiune a betonului determinată pe prisme 150 x 150 x 300 mm este de 41.3 MPa în elementele de la primul nivel și 31.8 MPa în cel de la nivelul al doilea.

În experiment colapsul progresiv s-a simulat cu ajutorul unei încărcări cvasi – statice asupra stâlpului central. În partea de sus a stâlpului este amplasat un cric hidraulic care generează o forță verticală suficient de mare, pentru a forța deplasarea pe verticală a acestuia. Sarcina aplicată de cricul hidraulic (de sus) este transmisă cricului mecanic (de jos) prin stâlpul central. Testul s-a efectuat sub controlul deplasării, iar procesul de încărcare a început prin coborârea cricului de mână pas cu pas. Celule de sarcină instalate la partea superioară și inferioară a stâlpului central, au fost monitorizate pentru a determina forța verticală aplicată, iar diferența dintre valorile înregistrate, reprezintă de fapt forța de rezistență a cadrului împotriva colapsului progresiv.

Autorii, Li și alții [3], au verificat rezultatele obținute experimental și numeric folosind software-ul Abaqus.

Rezultatele numerice au fost comparate cu rezultatele experimentale, demonstrând predicții acceptabile, după cum se vede în figura 2. În cadrul experimentului s-a observat că în timpul încărcării, după starea inițială, unde se observă un comportament aproape elastic, cadrul a dezvoltat două mecanisme de rezistență la colaps progresiv: acțiunea arcului comprimat, înainte ca deplasarea verticală să atingă 204.5 mm, iar apoi acțiunea catenară. În acțiunea de arc comprimat s-au observat fisuri formate în grinzile adiacente stâlpului central, cele mai concentrate în zonele de capăt, cauza principală fiind momentul încovoietor al grinzilor. În faza catenară, au apărut noi fisuri în apropiere de mijlocul grinzii, iar cele de la capăt s-au mărit. La deplasarea de 317.1 mm, în grinda BB2, la partea superioară în partea stângă, s-a observat prima bară de armătură ruptă. Atât stâlpii exteriori, cât și stâlpii adiacenți, inițial s-au deplasat spre exterior față de stâlpul central, iar apoi au continuat să se deplaseze spre interior, până la finalul testului. Cedarea finală a cadrului s-a înregistrat în momentul atingerii deplasării verticale de 417.7 mm, conform figurii 2.

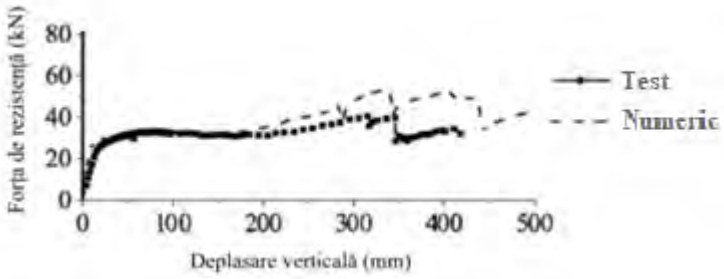


Figura 2. Curba forță – deplasare pe verticală a stâlpului central [3]

3. Modelul numeric dezvoltat în Abaqus

Conform manualului Abaqus [4], acesta reprezintă un software destinat analizei cu elemente finite care poate fi utilizat și în cercetare. Abaqus include două produse principale: Abqus/Standard și Abqus/Explicit. Abaqus/Standard este o soluție de analiză versatilă, capabilă să abordeze o gamă variată de probleme liniare și neliniare, incluzând răspunsuri statice, dinamice, termice, electrice și electromagnetice. Abaqus/Standard utilizează o metodă implicită pentru rezolvarea sistemului de ecuații în fiecare increment al soluției.

Pe de altă parte, Abaqus/Explicit procesează în timp în mici incremente, fără a rezolva un sistem de ecuații la fiecare increment sau a forma o matrice globală de rigiditate. Acesta este un instrument specializat pentru analize dinamice, utilizând o formulare explicită cu elemente finite. Este potrivit pentru simularea evenimentelor scurte și tranzitorii, cum ar fi impactul și explozia, fiind eficient și pentru problemele neliniare cu condiții de contact variabile.

În continuare, se vor defini parametrii esențiali utilizați în modelarea numerică a structurilor în cadre de beton armat și analiza influenței lor în cazul colapsului progresiv.

3.1. Tipul elementelor finite utilizate

Abaqus pune la dispoziție o gamă variată de elemente, furnizând un set robust de unelte pentru a soluționa diverse probleme, astfel fiecare element din Abaqus are un nume unic, conform documentației [4] și anume: T3D2, S4R, C3D8I sau C3D8R.
În analiza de validare numerică a experimentului lui Li și alții [3], este necesară prezentarea a două tipuri de materiale: beton și oțel. Pentru a obține rezultate cât mai reale, este important să redăm cât mai precis starea spațială de tensiune și deformație în cazul betonului, pe întreaga dimensiune a elementului de rezistență, având în vedere comportamentul diferit al acestuia la compresiune și întindere. Pe de altă parte, în ceea ce privește armăturile de oțel, având secțiuni mult mai mici decât cele ale elementelor de beton, accentul cade pe variația stării de tensiune și deformație doar în lungul barei, fără a fi necesar să considerăm variații semnificative pe diametrul secțiunii. Aproximarea că aceste mărimi sunt constante pe acest diametru nu afectează precizia soluției.
Având în vedere aceste aspecte, elementele finite folosite pentru a reprezenta starea de tensiune și deformație a elementelor din beton, sunt elementele solide de tip ”extrusion” identificate în Abaqus prin numele C3D8. Pentru discretizarea elementelor din beton s-a ales un pas de 150 mm.
Elementele finite utilizate pentru reprezentarea stării de tensiune și deformație în barele de oțel sunt denumite în Abaqus sub numele T3D2. Acestea permit reprezentarea solicitărilor axiale.
Rețeaua de discretizare pentru elementele liniare are un pas de 50 mm.
Aderența între beton și armătură se va considera de tip ”perfect bond”, deci este o interacțiune ideală, fără a putea considera cu precizie aderența reală și degradarea acestora ca urmare a solicitărilor.

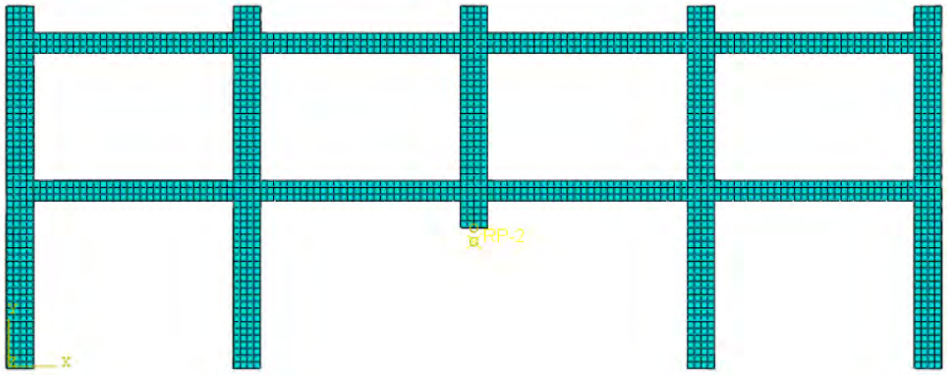


Figura 3. Cadrul din beton armat modelat în Abaqus.

3.2. Definirea legilor de material

Următorul pas constă în definirea curbelor de material. Datele oferite de Li și alții [3] le voi corobora cu datele despre materiale prezentate într-o altă lucrare mai recentă, din 2019, aparținând lui Shan și alții [5], care studiază același experiment.
Proprietățile oțelului din barele de armătură sunt cele prezentate în tabelul 1, iar pentru modulul de elasticitate longitudinal s-au folosit valorile prezentate în studiul lui Shan și alții [5]: $E = 2.0 \cdot 10^5$ MPa pentru barele de armătură (Ø8) și $E = 1.5 \cdot 10^5$ MPa pentru etrieri (Ø4).

Conform articolului Li și alții [3], pentru bare de armătură longitudinale și etrieri s-au presupus relații biliniare între tensiune și deformație, iar pentru a simula ruperea acestora, tensiunea a fost redusă brusc la 5 MPa imediat după ce se atinge deformația specifică ultimă (de rupere), după cum se observă în figura 4.

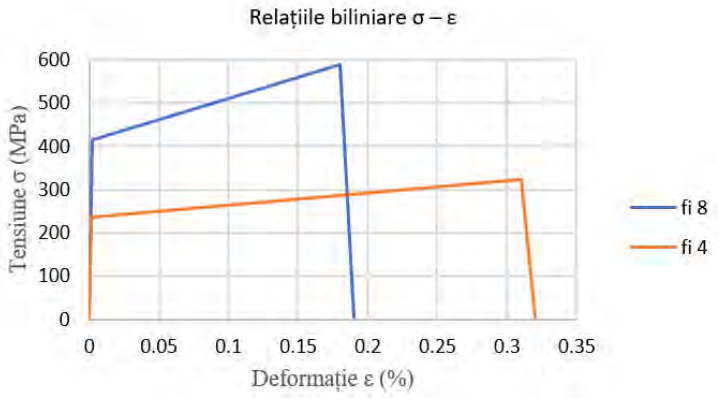
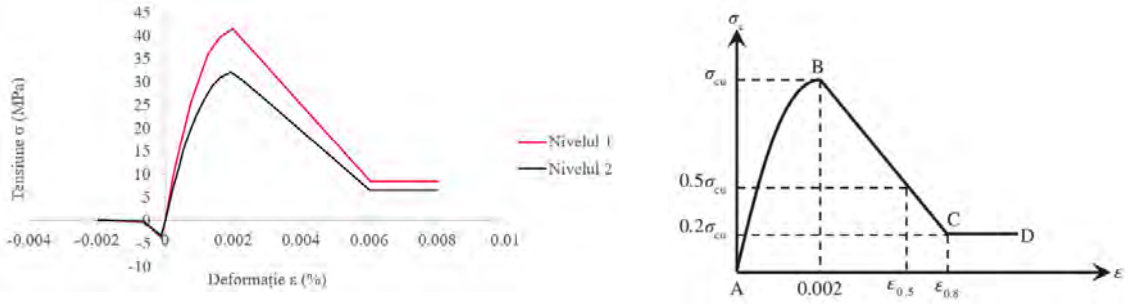


Figura 4. Relații biliniare tensiune – deformație pentru definirea oțelului în Abaqus a barelor de armătură longitudinale și transversale.

Pentru beton s-a adoptat modelul Concrete Damaged Plasticity (CDP), pentru a surprinde comportarea cât mai corectă a acestuia. Așa cum este prezentat în articolul lui Li și alții [3], curba de comportare a betonului urmează modelul Kent-Scott-Park.



a. Abaqus b. Kent – Scott – Park [6]

Figura 5. Curba tensiune – deformație pentru definirea betonului

Conform articolului lui Li și alții [3], rezistența la tracțiune a betonului este considerată:

$$f_t = 0.6228 \cdot \sqrt{f'_c} \quad (1)$$

unde f'_c este rezistența la compresiune a betonului

Deformația specifică corespunzătoare rezistenței la întindere f_t , se poate calcula astfel:

$$\varepsilon_{cr} = \frac{f_t}{E_t} \quad (2)$$

unde E_t – modulul de elasticitate la întindere al betonului

Deformația specifică maximă se calculează folosind relația:

$$\varepsilon_{cr.max} = 6 \cdot \varepsilon_{cr} \quad (3)$$

Tensiunea reziduală a fost setată $10\% \cdot f_t$.

În modelul numeric dezvoltat în Abaqus s-au considerat următoarele: f_t = 4.002 MPa, ε_{cr} = 0.00021, $\varepsilon_{cr.max}$ = 0.00125, E_t = 19120 MPa.

În tabelul 2 sunt prezentate valorile parametrilor pentru definirea betonului în modelul numeric, acestea fiind similare cu cele utilizate de Li și alții [8].

Tabelul 2. Proprietățile betonului utilizate în Abaqus.

Concrete Damage Plasticity - Plasticity	Dilation Angle	Eccentricity	fb0/fc0	K	Viscosity Parameter
	30	0.1	1.16	0.6667	0.001

Modulul de elasticitate longitudinal s-a calculat utilizând relația (4), conform articolului [9]:

$$E_c = 5000 \cdot \sqrt{f'_{co}} MPa \quad (4)$$

unde: f'_{co} – rezistența la compresiune a betonului determinată pe prismă.

Pentru modelarea stării de solicitare spațială în beton este necesar să definim niște parametrii: „Dilatation Angle”, „Eccentricity”, „fb0/fc0”, „K” și „Viscosity Parameter”, pe care îi regăsim în optiune „Concrete Damaged Plasticity”.
Conform tezei de doctorat [7], „Dilatation Angle”, reprezintă unghiul de înclinare al suprafeței de cedare, față de axa hidrostatică. În urma unei interpretări fizice, acest parametru este echivalent cu unghiul de frecare internă al betonului. În urma unor studii menționate în lucrarea [7], valoarea unghiului de dilatare se afla in intervalul 25° și 40°.
Parametrul „Eccentricity” reprezintă excentricitatea potențialului de curgere. Excentricitatea este un număr mic, care definește viteza cu care potențialul de curgere hiperbolic se apropie de asimptota sa, iar valoarea implicită este de 0.1, conform documentației Abaqus [4].
Notația „fb0/fc0”, reprezintă raportul dintre efortul de curgere la compresiune echibiaxială inițială și efortul de curgere la compresiune uniaxial inițial. Valoarea implicită a acestui raport este indicată de documentația Abaqus ca fiind 1.16.
Documenația Abaqus [4], impune condiția ca termenul „K” să se situeze în intervalul (0.5, 1], iar valoarea implicită este dată ca fiind 2/3.
Parametrul „Viscosity Parameter”, conform documentației Abaqus [4] este ignorat in Abaqus/Explicit, iar valoarea acestuia este 0.0.

3.3. Pașii analizei

Conform documentației Abaqus [4], folosind Abaqus/Explicit se pot studia fenomene dinamice, de scurtă durată, precum explozia, impactul, etc., care de asemenea poate genera informații cu privire la discontinuitățile de material (zdrobiri, fisuri sau ruperi).
Pentru acest studiu, analiza dinamică se va adapta pentru a simula încărcarea pas cu pas a stâlpului central. Toți stâlpii sunt fixați la bază printr-o încastrare, cu excepția stâlpului central în care se permite doar deplasarea pe verticală. Astfel, în partea de jos a stâlpului central sunt blocate deplasările orizontale, iar ca și încărcare se aplică lent o deplasare verticală (în jos) de 500 mm. Lipsa stâlpului central de la parter conducte la cedarea cadrului. În toate analizele, energia cinematică este monitorizată, astfel să rămână neglijabilă, sub 5%.

4. Rezultate

Rezultatele numerice ale cadrului din beton armat obținute prin modelarea acestuia în Abaqus sunt comparate cu rezultatele experimentale și numerice din lucrarea lui Li și alții [3],

conform figurii 6. Comportamentul la colaps progresiv al cadrului se împarte în 4 etape pe măsură ce deplasarea pe verticală a stâlpului crește. În stadiul inițial specimenul se comportă elastic cu o rigiditate inițială constantă, până când se atinge deplasarea de 10.00 mm. După ce atinge această deplasare, cadrul din beton armat intră în stadiul de arc comprimat (stadiul al II – lea) până la deplasarea de 159.96 mm, în care barele de armătură longitudinală intră în curgere formându-se articulații plastice la capetele grinzilor deformate. Se observă că forța de rezistență din stâlpul central scade treptat după atingerea valori maxime în acest stadiu. Datorită neliniarității geometrice, acțiunea catenară (al III – lea stadiu) începe să se dezvolte în grinzile deformate (din deschiderile adiacente stâlpului central), conducând la o creștere treptată a forței de rezistență. Stadiul al III – lea se finalizează atunci când se atinge deplasarea de 339.46 mm. Ulterior, datorită ruperilor succesive ale barelor de armătură au loc scăderi bruște ale forței de rezistență în stadiul post – cedare (stadiul al IV – lea).

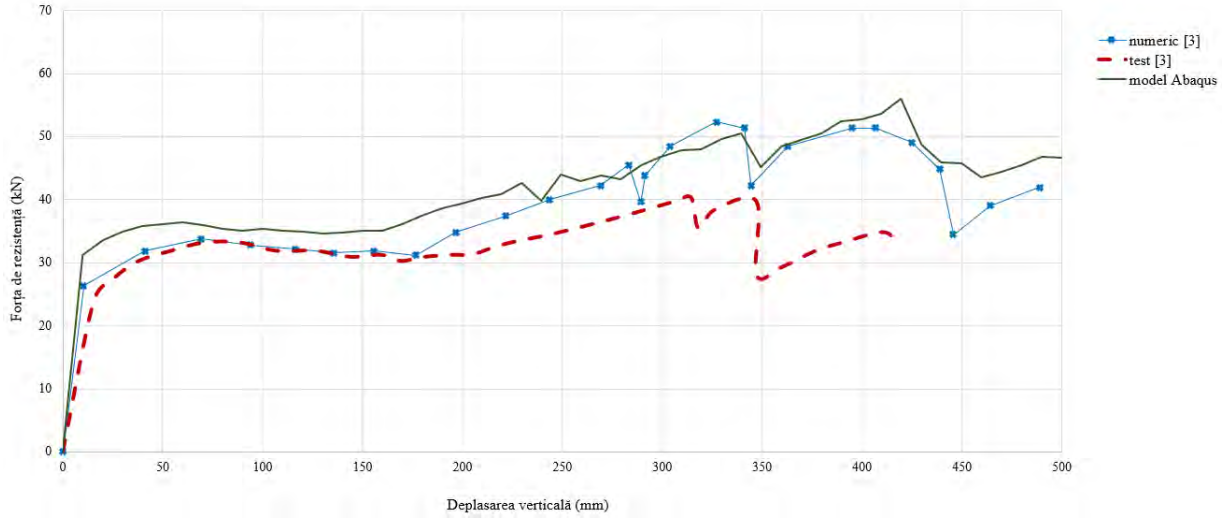


Figura 6. Curba forța de rezistență – deplasare pe verticală a stâlpului central

5. Concluzii

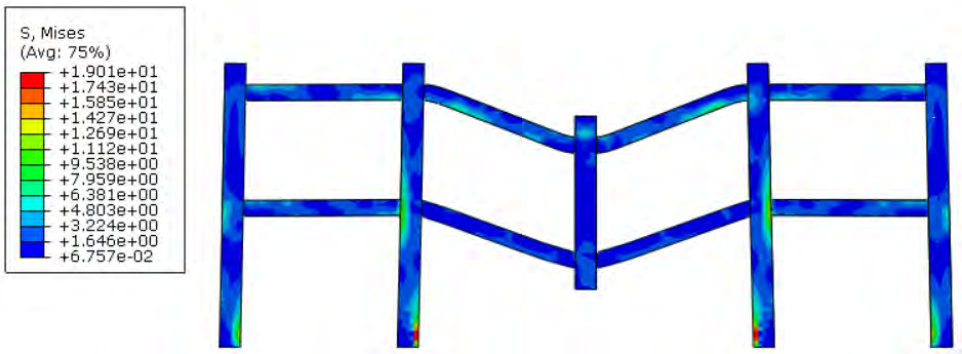
Analiza comparativă a celor trei curbe forță – deplasare, obținute experimental, respectiv în urma unor modelări numerice, relevă similitudini substanțiale, în ciuda diferențelor în ceea ce privește forța maximă de rezistență. În stadiul de arc comprimat s-a obținut valoarea maximă a forței de rezistență de 36.36 kN mai mare decât cea obținută experimental de 33.17 kN, iar până la finalul testului diferența între cele două crește, obținându-se valoarea maximă de 56 kN, comparativ cu 40 kN. Rezultate similare fiind obținute și de Li și alții [3], în urma modelării numerice.

În figura 7 se prezintă cadrul avariat la sfârșitul experimentului (a), respectiv în urma modelării numerice în Abaqus (b), rezultând o concordanță bună între cele două.

În concluzie, modelul numeric dezvoltat în Abaqus poate fi utilizat mai departe în analiza la colaps progresiv a structurilor în cadre din beton armat. Acesta putând fi de asemenea utilizat într-o cercetare ulterioară privind influența zidăriei asupra rezistenței la colaps progresiv a cadrului.



a. Δ = 417.7 mm



b. Δ = 500 mm

Figura 7. Deformarea cadrului la sfârșitul încercării: (a) cadrul experimental [3] (b) cadrul numeric (Abaqus)

BIBLIOGRAFIE

1. Departament of Defence (DOD). DESIGN OF BUILDINGS TO RESIST PROGRESSIVE COLLAPSE, UFC 4-023-03, (2013)
2. Jose M. Adam, Fulvio Parisi, Juan Sagaseta, Xinzheng Lu, *Research and practice on progressive collapse and robustness of building structures in the 21st century*, Engineering Structures Vol. **173** (2018) pag. 122–149
3. Shuang Li, Sidi Shan, Changhai Zhai, Lili Xie, *Experimental and numerical study on progressive collapse process of RC frames with full-height infill walls*, Engineering Failure Analysis Vol. **59** (2016) pag. 57–68
4. https://help.3ds.com/2020/English/DSSIMULIA_Established/SIMACAECAERefMap/simacae-c-gstconventions.htm?contextscope=all (documentație Abaqus)
5. Sidi Shan, Shuang Li, Mehmet Metin Kose, Halil Sezen, Shuhong Wang, *Effect of partial infill walls on collapse behavior of reinforced concrete frames*, Engineering Structures Vol. **197** (2019)
6. Milad Hafezolghorani Esfahani, Ramin Vaghei, Farzad Hejazi, Keyhan Karimzadeh, *Simplified Damage Plasticity Model for Concrete*, Structural Engineering International Nr.1/2017, pag. 68-78
7. Lucian Bredean, *Progressive Collapse Resisting Mechanisms Of Reinforced Concrete Framed Structures Mecanisme de rezistență la colaps progresiv ale structurilor în cadre din beton armat*, teză de doctorat, (2015)
8. Shuang Li, Aff. M. ASCE, Mehmet Metin Kose, Sidi Shan, Halil Sezen, F. ASCE, *Modeling Methods for Collapse Analysis of Reinforced Concrete Frames with Infill Walls*, J. Struct. Eng. (2019)
9. J. B. Mander, M. J. N. Priestley, R. Park, Fellow, ASCE, *Theoretical stress-strain model for confined concrete*, J. Struct. Eng. (1988), **114(8)**, pag. 1804-1826

INOVARE ÎN CONSTRUCȚII: EXPLORAREA NOILOR METODE ȘI TEHNOLOGII PENTRU CLĂDIRILE VIITORULUI

Autor/autori

Mădălina M. BUTAȘ[1], Ionela I. BOLDIȘ[2]
[1]*Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca,,* madalina.butas@yahoo.com
[2]*Facultatea Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca,* ionela.boldis@yahoo.com

Îndrumător/îndrumători
Prof.Dr.Ing. Simona S. STANCA
Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Simona.Stanca@ccm.utcluj.ro

REZUMAT:

Inovarea în construcții reprezintă un domeniu în continuă evoluție, cu accent pe explorarea și implementarea unor noi metode și tehnologii pentru a construi clădiri mai eficiente, durabile și funcționale, potrivite pentru nevoile viitorului.

Această lucrare analizează progresele și potențialul inovației în domeniul construcțiilor, investigând metode și tehnologii emergente care ar putea redefini modul în care sunt concepute, construite și utilizate construcțiile în viitor. În era contemporană, se conturează noi orizonturi în domeniul construcțiilor datorită avansului continuu al tehnologiei și metodelor inovatoare. Aceste progrese reprezintă nu doar o evoluție, ci și o oportunitate vastă pentru îmbunătățirea eficienței, durabilității, confortului și sustenabilității în ceea ce privește clădirile. Prin integrarea acestor inovații în procesul de proiectare și construcție, se deschid noi perspective pentru crearea unor medii construite mai eficiente, mai sigure și mai prietenoase cu mediul înconjurător. În viitor, inovația în construcții va juca un rol crucial în abordarea și soluționarea provocărilor globale precum schimbările climatice, urbanizarea accelerată și creșterea populației. Explorarea și adoptarea acestor noi metode și tehnologii oferă un potențial imens pentru transformarea peisajului construcțiilor și pentru crearea unor comunități mai durabile și mai rezistente în viitor.

Cuvinte cheie: inovare în construcții, sustenabilitate, procese de proiectare, eficiență, urbanizare.

1. Introducere

Inovația în construcții este esențială pentru a modela clădirile viitorului, adaptate cerințelor secolului XXI. În această lucrare, analizăm noi metode și tehnologii, cum ar fi concepte precum binishells și clădirile plutitoare, care pot modela viitorul construcțiilor.

1.1 Binishells

Structurile Binishells (vezi Figura 1) [2] sunt o formă inovatoare de construcție dezvoltată de arhitectul și inginerul italian Dr. Dante Bini în anii 1960, care folosește tehnici de construcție eficiente pentru a crea structuri de formă semisferică sau hemisferică. Aceste structuri se bazează pe un proces ingenios de construcție care implică utilizarea unui balon mare, umflat cu aer și susținut de un schelet temporar, care este apoi acoperit cu un material de construcție, cum ar fi

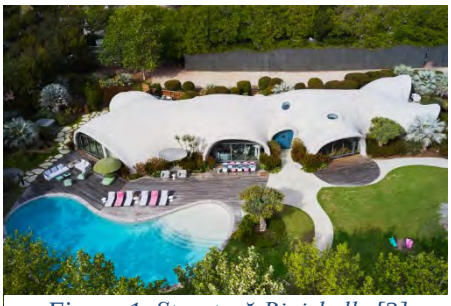


Figura 1. Structură Binishells [2]

betonul armat. Numele „Binishell” este un portmanteau dintre „Bini” și „shell”.



Figura 2. Clădire plutitoare[8]

1.2 Clădiri plutitoare-Land on water

Construcțiile plutitoare reprezintă o formă inovatoare de arhitectură și inginerie care utilizează tehnologii avansate pentru a crea clădiri și structuri care pot pluti sau se pot adapta la mediul acvatic. Aceste tipuri de clădiri au câștigat popularitate în ultimii ani datorită capacitatii lor de a se adapta la schimbările climatice și la creșterea nivelului apelor, oferind soluții inovatoare pentru zonele costiere și insule.

Clădirile plutitoare pot avea diverse utilizări și pot include case de locuit, birouri, hoteluri, spații comerciale sau facilități recreative. Ele sunt proiectate pentru a rezista la forțele naturale precum mareele, valurile și vânturile puternice și pot fi ancorate în mod sigur în locuri precum bazine portuare sau ape liniștite.

2. Studiu de caz

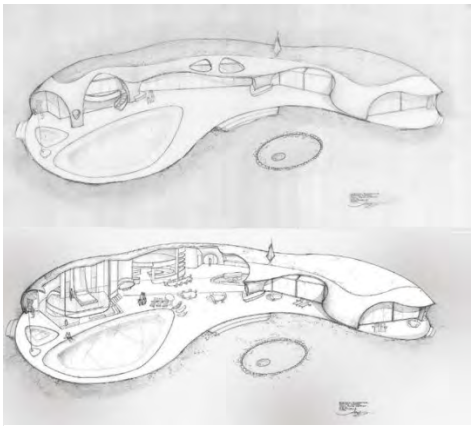


Figura 3. Concepte de proiectare[2]

2.1 Binishells

Concept și proiectare:

Conceptul de proiectare și arhitectură al structurilor binishells (vezi Figura 3) începe cu ideea de a crea forme eficiente, durabile și estetice folosind coji subțiri de beton. Primul pas în proiectarea structurilor binishells este definirea unei geometrii optime care să ofere rezistență structurală maximă cu cantitate minimă de material. Se utilizează analize avansate pentru a determina forma optimă a cojii în funcție de încărcările anticipate și de condițiile de mediu.

Proces de construcție:

Procesul de construcție este inovator și cuprinde mai multe etape: înainte de începerea construcției, este pregătit șantierul pentru amplasarea structurii Binishells. Se realizează nivelarea terenului și se pregătește fundația sau platforma pe care va fi construită clădirea (vezi Figura 4). Apoi, un balon mare, confecționat din material plastic sau cauciuc rezistent, este umflat cu aer și plasat în locul unde va fi ridicată clădirea (vezi Figura 5). Acest balon servește drept cofraj gonflabil pentru forma structurii.



Figura 4.Fundație[2]



Figura 5. Cofraj gonflabil[2]



Figura 6. Schelet din bare de oțel[2]

Un schelet temporar (vezi Figura 6), format din bare de oțel sau alte materiale rezistente, este instalat în jurul balonului pentru a susține forma dorită a clădirii și pentru a oferi rezistență în timpul procesului de construcție. După ce balonul este umflat și scheletul este pregătit, se aplică un strat de beton armat peste balon (vezi Figuta 7). Acest beton este turnat sau aplicat cu ajutorul unor metode speciale pentru a forma o coajă groasă și solidă în jurul balonului și este lăsat să se întărească și să se consolideze în jurul balonului umflat. Procesul de întărire poate dura câteva ore sau zile, în funcție de condițiile locale și de tipul de beton utilizat.



Figura 7. Turnarea betonului[2]

După ce betonul s-a întărit complet, balonul este dezumflat și îndepărtat din interiorul structurii (vezi Figura 8). Acest proces lasă în urmă o structură solidă și rezistentă din beton armat, care este forma finală a clădirii Binishells. După finalizarea structurii principale, clădirea Binishells poate fi finisată și dotată conform cerințelor specifice. Aceasta include aplicarea acoperișului, instalațiile interioare (electricitate, instalații sanitare etc.), izolarea termică, finisaje interioare și exterioare, ferestre și uși etc.



Figura 8. Scoaterea balonului[2]

Prin urmare, procesul de construcție al clădirilor Binishells este caracterizat de utilizarea unui balon gonflabil pentru a forma structura inițială, care este apoi consolidată și transformată într-o clădire solidă și funcțională din beton armat. Acest proces oferă multiple avantaje, inclusiv eficiență în construcție, utilizare redusă a materialelor și capacitatea de a crea forme arhitecturale interesante și durabile.



Figura 9. Exteriorul structurii după scoaterea balonului[2]

2.2 Land on water

Concept și proiectare:



Figura 10. Conceptul „Land on water”[8]

Proiectarea și implementarea acestui concept implică colaborarea între arhitecți, ingineri, peisagiști și specialiști în construcții marine pentru a asigura siguranța, stabilitatea și durabilitatea structurilor flotante. Este importantă evaluarea atentă a condițiilor de mediu și a factorilor hidrologici pentru a asigura funcționarea și stabilitatea pe termen lung a platformelor flotante. Un proiect reprezentativ pentru acest concept este proiectul “Land on water” care implică abordarea inovatoare a utilizării apei ca mediu de construcție și amenajare și care urmărește construcția de spații de joacă, spații verzi, copaci și sere pe apă, folosind containere modulare umplute cu diferite elemente pentru a asigura flotabilitatea și stabilitatea pe suprafața apei.

Proces de construcție:

O recunoaștere tot mai mare a creșterii nivelului mării și a unui risc crescut de inundații urbane a contribuit la o creștere accentuată a interesului pentru construcția pe apă, dar soluțiile actuale, inclusiv fundațiile din beton umplut cu polistiren și pontoanele din plastic sunt inflexibile, greu de transportat și extrem de nesustenabile. MAST a imaginat un nou sistem de module simple de ambalare plată [6], realizate din plastic armat reciclat, care pot fi transportate cu ușurință pe tot globul și asamblate în nenumărate configurații (vezi Figura 11), oferind o fundație plutitoare sigură. Sistemul oferă o soluție durabilă și extrem de flexibilă pentru a construi aproape orice pe apă; de la case plutitoare din Seattle, la locuri de campare plutitoare de pe fiordul Oslo, la saune pe malul fluviului Hobart.



Figura 11-Utilizare module MAST[7]

Sistemul se bazează pe module simple de pachete plate realizate din polimer armat reciclat (vezi Figura 12). Acestea sunt extrem de puternice și rezistente și pot fi ușor transportate și asamblate la locație



Figura 12-Module MAST[7]

Sistemul a fost inspirat de construcția gabionului, o tehnologie antică care utilizează cuști din plasă umplute cu moloz pentru a crea fundații extrem de robuste și cu costuri reduse. În acest caz, conceptul este inversat: modulele „cuști" sunt umplute cu material flotabil reciclat și obținut local, susținând greutatea oricărei structuri construite deasupra (vezi Figura 14). Acestea sunt, de asemenea, mult mai adaptabile decât soluțiile existente, deoarece materialul flotabil poate fi adăugat sau ajustat în orice moment dacă greutatea este adăugată sau redistribuită deasupra.

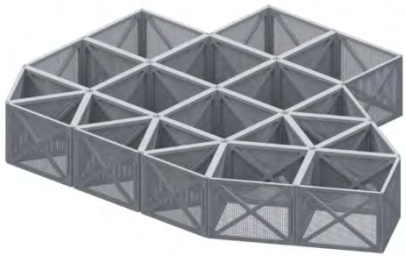


Figura 13-Amplasare module MAST[7]



Figura 14-Module umplute cu material flotabil[7]

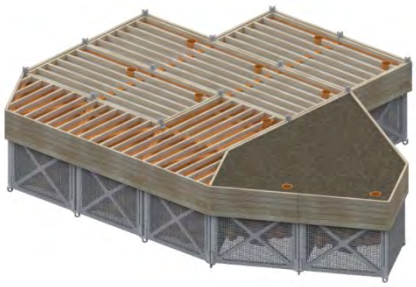


Figura 15-Finalizarea fundațiilor[7]



Figura 16-Structura construcției[7]

După ce fundațiile sunt instalate și umplute cu material flotabil, se trece la structura construcției (vezi Figura 16). Iar apoi structura poate fii finisată, obținându-se o structură adaptabilă care oferă și un habitat ideal pentru pești și crustacee și un punct de ancorare pentru moluște și alge (vezi Figura 17).

Acest concept a fost folosit pentru numeroase proiecte, cum ar fi: parcul central din Milano (vezi Figura 18), insulele din Copenhaga (vezi Figura 19), cabane flotabile in fiordul Oslo (vezi Figura 20).



Figura 17-Structură "Land on water[7]



Figura 18-Parcul central Milano[7]



Figura 19-Insulele din Copenhaga[7]



Figura 20-Fiordul Oslo[7]

2. Concluzii

Clădirile plutitoare bazate pe conceptul "Land on Water" și tehnologia "MAST", împreună cu tehnica inovatoare "Binishells", reprezintă evoluții semnificative în domeniul construcțiilor sustenabile și adaptabile la schimbările climatice.

Conceptul "Land on Water", care implică utilizarea modulară a structurilor plutitoare umplute cu materiale reciclate și din locații locale, oferă flexibilitate în construcția pe apă și reduce impactul asupra mediului. Acesta permite ajustarea plutirii în funcție de greutatea structurilor construite deasupra și promovează un mediu subacvatic mai prietenos, oferind un habitat pentru speciile marine. Pe de altă parte, tehnologia "Binishells" utilizează metode inovatoare de construcție aerodinamică și materiale sustenabile pentru a crea structuri solide și eficiente din punct de vedere energetic, adaptate la condițiile locale și la cerințele durabilității.

Combinația acestor două abordări aduce beneficii sinergice, oferind soluții inovatoare pentru problemele legate de urbanizarea pe apă și reducând impactul asupra mediului înconjurător. Aceste tehnologii reprezintă o direcție promițătoare în domeniul construcțiilor viitoare, unde sustenabilitatea și adaptabilitatea la schimbările climatice sunt prioritare.

BIBLIOGRAFIE

1. https://www.instagram.com/p/CD4uostJRVx/
2. https://en.wikipedia.org/wiki/Binishell
3. https://www.theplan.it/eng/award-2023-villa/shell-house-developed-from-a-unique-building-technique-binishells
4. https://binishells.com/
5. https://www.economica.net/proiect-inedit-de-case-plutitoare-cu-spatii-de-joaca-copaci-si-sere_619449.html
6. https://mast.dk/land-on-water
7. https://www.designboom.com/architecture/mast-land-on-water-floating-architecture-homes-10-18-2022/

STUDIU COMPARATIV ÎNTRE ANALIZA STRUCTURALĂ ȘI ÎNCERCĂRI EXPERIMENTALE ÎN CAZUL UNEI MACHETE DIN LEMN DE BALSA SUPUSE LA SEISM

Autori:
Bianca BOLOGA [1], Paula-Cristina BOSI [2], Simona HALIP [3]

[1]*Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Cluj Napoca,*
bologa.va.bianca@student.utcluj.ro
[2]*Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Cluj Napoca,*
bosi.pa.paula@student.utcluj.ro
[3]*Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Cluj Napoca,*
halip.gh.simona@student.utcluj.ro

Îndrumător:
Șef lucr. Dr. Ing. Ovidiu PRODAN
Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Cluj Napoca,
Ovidiu.Prodan@mecon.utcluj.ro

REZUMAT:

Lucrarea vizează crearea unei machete din lemn balsa care să reproducă comportamentul unei clădiri înalte de 19 etaje în fața cutremurelor din Seattle. Scopul este de a optimiza design-ul structurii pentru a maximiza venitul anual, iar pentru aceasta se iau în considerare factori precum suprafața închiriabilă, masa, deplasarea și accelerația maximă din vârf. Macheta va fi testată pe o masă seismică Quanser, iar datele experimentale vor fi utilizate pentru calibrarea modelului în programul SAP2000. Astfel, se va obține o reproducere cât mai precisă a comportamentului real al clădirii în fața seismelor, permițând o predicție mai exactă a deplasărilor și accelerațiilor.

Cuvinte cheie: machetă, analiză seismică, lemn de balsa, platformă seismică, analiză modală experimentală, accelerogramă.

1. Introducere

Seismic Design Competition este un concurs de inginerie seismică, organizat anual în Statele Unite ale Americii, în cadrul conferinței Earthquake Engineering Research Institute, care promovează studiul ingineriei seismice în rândul studenților. Concursul presupune realizarea unei machete din lemn de balsa care simulează comportamentul structural al unei clădiri multi-etajate. În cadrul concursului, modelul supus la teste seismice este reprezentat de o clădire rentabilă din punct de vedere financiar care trebuie să respecte un set de reguli în ceea ce privește anvelopa clădirii și funcționalitatea. Pentru a asigura un venit anual final cât mai mare, se urmăresc câțiva parametri esențiali: greutatea structurii cât mai redusă, deplasarea și accelerația din vârf cât mai mici și spații închiriabile cât mai mari. Structura are 19 etaje, iar forma impusa in acest an, conform regulamentului, este una asimetrică pe o direcție, cu o amprentă mică care se extinde odată cu înălțimea clădirii. Conceptul structural se concentrează în principal pe nucleul central al sistemului care va avea cel mai semnificativ

rol în preluarea încărcărilor seismice și transmiterea lor prin stâlpi mai departe către placa de bază, printr-un sistem de contravântuiri. Pentru a reduce fenomenul de torsiune cauzat de forma impusă și de dispunerea excentrică a greutăților, a fost adoptat un sistem de tipul ”tube in tube”. Modelarea structurii s-a făcut în programul SAP2000, unde s-a ales o valoare medie a elasticității lemnului de balsa de 1500 N/mm^2. Aceasta a fost obținută în urma testelor adiționale realizate în laboratoarele de specialitate ale universității.
Totodată, este important de precizat că direcția seismului: nord-sud sau est-vest, nu este specificată, ci va fi selectată ulterior. Astfel, diferențele dintre valorile obținute pe cele două direcții sunt datorate formei asimetrice și a dispunerii încărcărilor.

2. Execuția machetei

Macheta care reproduce sistemul structural ales este compusă doar din lemn de balsa și lipici. Materialul impus este apreciat datorită densității mici și a elasticității sale. De asemenea, alegerea lipiciului trebuie făcută cu mare atenție, luând în considerare vâscozitatea acestuia și cerințele specifice ale elementelor. Acesta poate fi folosit doar pe suprafața de contact a îmbinărilor elementelor structurale. Macheta este încastrată în placa de bază, având dimensiunile de aproximativ 46.00 cm x 46.00 cm și grosimea între 0.64 cm și 1.27 cm, urmând ca aceasta să fie fixată pe masa seismică cu ajutorul unor clești. Încastrarea se face prin aplicarea unei rășini epoxidice în orificiile făcute în placă pentru introducerea stâlpilor.
La partea superioară a modelului, este poziționată o altă placă cu dimensiunile de aproximativ 15.00 cm x 15.00 cm și o grosime cuprinsă între 0.80 cm și 1.00 cm, în scopul amplasării accelerometrului.

2.1 Regulile construirii machetei

În cadrul concursului există, de asemenea, un set de reguli în privința dimensiunilor maxime și minime ale unui element din lemn de balsa, cât și limitări referitoare la îmbinarea dintre elemente. Lungimea maximă a unui element tăiat este de 38.00 cm, secțiunea transversală maximă fiind de 0.50 cm x 0.50 cm. (Figura 1)

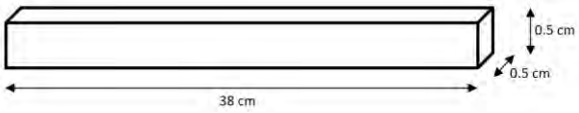


Figura 1. Dimensiunile maxime

Dimensiunile minime ale secțiunii transversale sunt de 0.23 cm x 0.23 cm. (Figura 2)

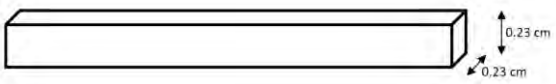


Figura 2. Dimensiunile minime

Pe de altă parte, nici o suprafață de contact nu trebuie să depășească 2.54 cm pe fiecare direcție. Suprafața de contact este definită ca aria lipiturii a 2 elemente structurale în contact direct. Între aceste suprafețe trebsă existe lipici. (Figura 3 și Figura 4).



Figura 3. Modul de lipire a două elemente (o suprafață de contact per element)



Figura 4. Modul de lipire a două elemente (trei suprafețe de contact per element)

2.2 Șabloanele parametrice

Pentru a asigura o execuție cât mai precisă a machetei, s-au utilizat șabloane tăiate la CNC, confecționate din plăci PFL cu grosimi egale cu 3.00 mm. Pe acestea sunt gravate secțiuni transversale și longitudinale ale modelului structural, la o adâncime de 0.50 mm. Procesul de realizare a șabloanelor s-a desfășurat în mai multe etape:

1. Importarea modelului din programul structural SAP2000 în programul de arhitectură Archicad, unde sunt generate modelele pentru șabloane;
2. Ajustarea grosimilor elementelor în program conform soluției structurale propuse și adăugarea unor toleranțe necesare de 0.50 mm, pentru a facilita extragerea componentelor construite din șablon;
3. Alegerea unor îmbinări optime între elemente (chertare sau lipire), atât din punct de vedere structural, cât și din punct de vedere al execuției.

Alegerea modelelor pentru șabloane și instrucțiunile de asamblare ale machetei sunt realizate în paralel. Aceste instrucțiuni cuprind etapele de asamblare ale modelului structural, fiecare etapă enumerând caracteristicile componentelor necesare, cum ar fi dimensiunile și densitatea, împreună cu tipul corespunzător de lipici, în funcție de vâscozitatea sa.

Totodată, pentru o acuratețe sporită a acestui proces de asamblare, au fost concepute diverse instrumente folosite atât pentru realizarea unor elemente (stâlpi, contravântuiri, planșee), cât și pentru asigurarea perpendicularității acestora și menținerea lor în plan. (Figura 5)

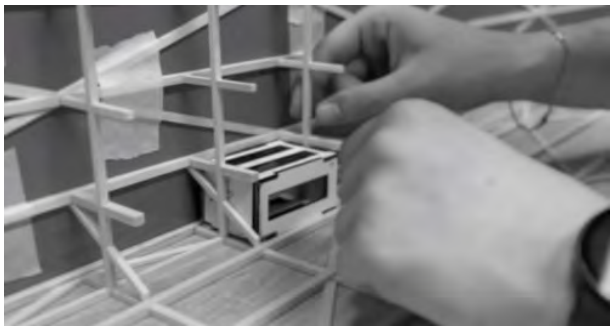


Figura 5. Dispozitive 3D

2.3 Procesul de execuție

Din cauza diferențelor dintre proprietățile fizico-mecanice ale elementelor din lemnul de balsa, înainte de a începe execuția propriu-zisă a machetei, plăcile din lemn sunt cântărite și sortate în funcție de densitatea lor. Următorul pas constă în tăierea la dimensiune a secțiunii transversale necesare a fiecărui element, folosind un circular electric. În plus, acesta este calibrat la dimensiunea dorită, pentru a eficientiza tăierea identică a elementelor. Acestea sunt mai apoi măsurate cu ajutorul șublerului, pentru a asigura încadrarea în toleranțe mai mici de 0.25 mm. O altă verificare este făcută cântărind fiecare element pentru a-i determina densitatea, cu ajutorul unui cântar de precizie. Elementele sunt sortate pe categorii, urmând ca ele să fie folosite corespunzător în funcție de necesitățile machetei. Pentru elementele structurale care joacă un rol important în preluarea încărcărilor seismice, precum stâlpii și contravântuirile din nucleul central, se va utiliza un tip de lemn cu densitate mai mare.

Procesul execuției propriu-zise al machetei începe prin realizarea stâlpilor. Aceștia sunt alcătuiți din 5 bucăți de lemn cu lungimea de până la 38.00 cm, lipitura dintre ele fiind mai mică sau egală cu 2.54 cm, conform regulamentului. Pentru a ușura procesul și a asigura acuratețe în execuția acestora, s-au creat dispozitive speciale pentru tăierea la unghi și lipirea lor. Ulterior aceștia sunt poziționați sub elemente grele pentru o zi, înainte de a fi folosiți, cu scopul de a asigura verticalitatea lor. Odată ce stâlpii au fost finalizați și elementele sunt tăiate la lungimile corespunzătoare, urmează procesul de lipire pe șablon, atât pentru planul orizontal cât si pentru cel vertical, un pas cheie ce asigură o execuție curată și precisă a pieselor. Înainte de toate, șabloanele sunt fixate pe plăci de lemn masiv, cu ajutorul unor șuruburi. Mai apoi, elementele sunt așezate cu atenție, începând cu stâlpii care sunt lipiți cu bandă de hârtie, pentru a rămâne mereu pe poziție. Lipiciul este aplicat cu atenție, folosind fie bucăți de lemn subțiri, fie seringi. În funcție de tipul lipiturii, se folosesc adezivi cu diferiți timpi de întărire. (Figura 6 și Figura7)

Ultimul pas constă în asamblarea machetei, conform instrucțiunilor, astfel încât montarea să fie cât mai facilă. Structura este realizată pe orizontală, folosind piese ajutătoare care asigură perpendicularitatea dintre fațade.



Figura 6. Dispozitiv de lipire a stâlpilor



Figura 7. Dispozitiv de șlefuire pentru stâlpi

3. Testarea machetei

Pentru a verifica performanța sistemului structural la mișcarea unui cutremur, macheta este testată cu ajutorul platformei seismice Quanser. Modelul este supus la două cutremure (Ground Motion 1 și Ground Motion 2), iar acesta trebuie să reziste în ambele cazuri. Deplasarea absolută

și accelerația structurii în urma acțiunii primului seism (GM1) vor fi determinate experimental, iar apoi vor fi utilizate pentru a estima pierderile monetare datorate daunelor: formarea articulațiilor plastice datorită deplasărilor și deteriorarea echipamentelor interioare datorită accelerației. Conform regulamentului, dacă macheta se prăbușește, pierderile financiare vor ține cont de demolare, reconstrucție și timp de nefuncționare.

Pentru prima dată în acest concurs, echipa trebuie să aleagă al doilea seism folosind un set de instrucțiuni specific. Procesul a început prin specificarea clasei sitului și a categoriei de risc pe harta hazardului seismic, urmată de compilarea unui raport cu diagrame ale spectrelor MCER cu perioadă multiplă și cu perioadă dublă. Spectrul MCER cu perioadă multiplă a fost desemnat ca spectru de răspuns pentru a îmbunătăți precizia parametrilor de proiectare. Valorile medii ale magnitudinii și distanței au fost apoi calculate, rezultând în identificarea a 30 de mișcări ale solului de la diverse stații de seismografe. Un grafic logaritmic în Excel a fost utilizat pentru a vizualiza accelerația spectrală maximă, iar seismul cel mai apropiat de spectrul selectat a fost ales ca și Ground Motion 2. (Figura 8)

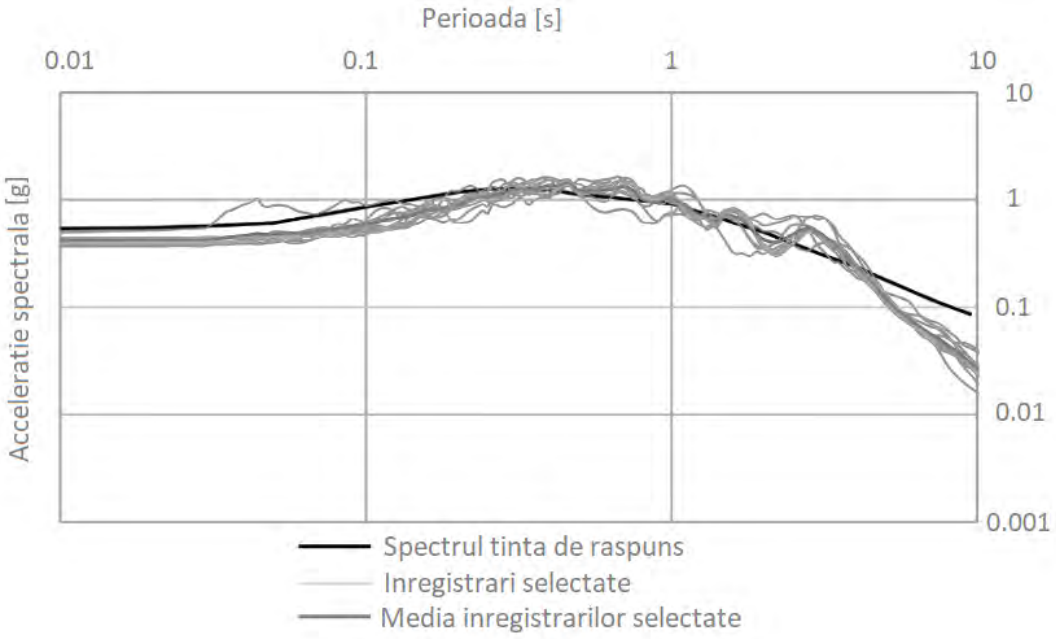


Figura 8. Spectrul țintă VS Spectrul de răspuns

Macheta este testată pe ambele direcții, având greutăți plasate la etajele 5, 6, 8, 10, 12, 14, 16 și 18 reprezentate de tije încărcate simetric. Acestea vor fi poziționate excentric și perpendicular pe direcția cutremurului, fiind instalate cu ajutorul unor piulițe și șaibe, astfel încât să nu se deplaseze în timpul simulării cutremurului. (Figura 9)

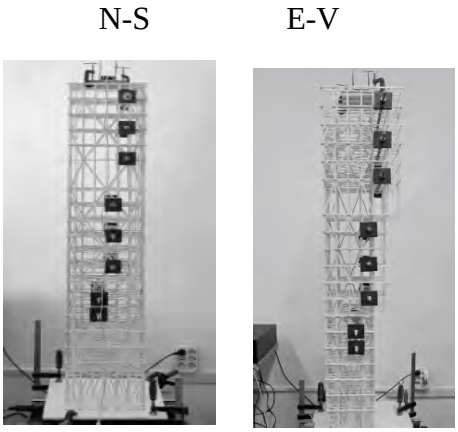


Figura 9. Dispunerea greutăților pe cele două direcții

Pentru testare se folosește masa vibrantă, care este conectată la un computer prin care se simulează seismul. Cutremurul este simulat cu ajutorul programului Matlab, în care se introduc două date de intrare: accelerograma seismului impus (GM1) și greutatea machetei pentru calibrarea forței de vibrare.

Folosind accelerometrul se vor obține rezultatele testării experimentale, exprimate prin accelerațiile de vârf ale machetei pe parcursul seismului.

4. Determinarea perioadei experimentale a structurii

Înainte de testare, în timp ce structura se află pe platforma seismică, având tijele instalate, se vor aplica 10 impulsuri în partea superioară a machetei. Accelerometrul va înregistra toate aceste date rezultate de pe urma impulsurilor, urmând ca accelerograma obținută să fie procesată prin intermediul relațiilor Fourier în programul Matlab. Programul va genera frecvența structurii (Figura 10). Astfel, având valoarea frecvenței se va determina perioada experimentală a structurii.

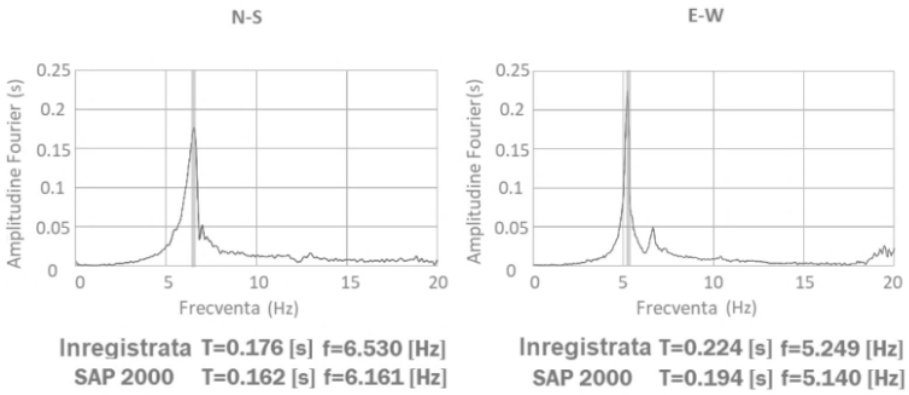


Figura 10. Frecvența proprie

Accelerograma rezultată din testare este prelucrată printr-un cod implementat în Matlab. Acest cod efectuează două operații de integrare asupra graficului accelerației pentru a obține graficul deplasărilor, cu constantele de integrare prestabilite. (Figura 11 și Figura 12)

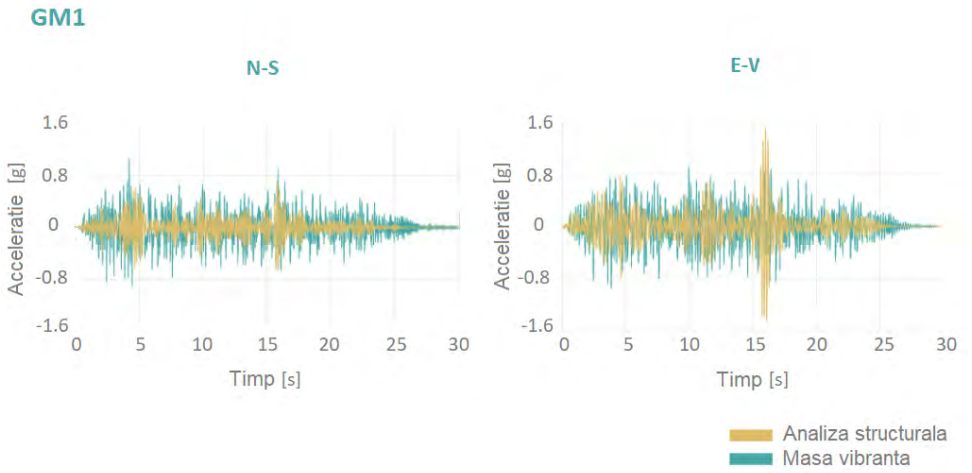


Figura 11. Accelerograma testării experimentale la seismul GM1

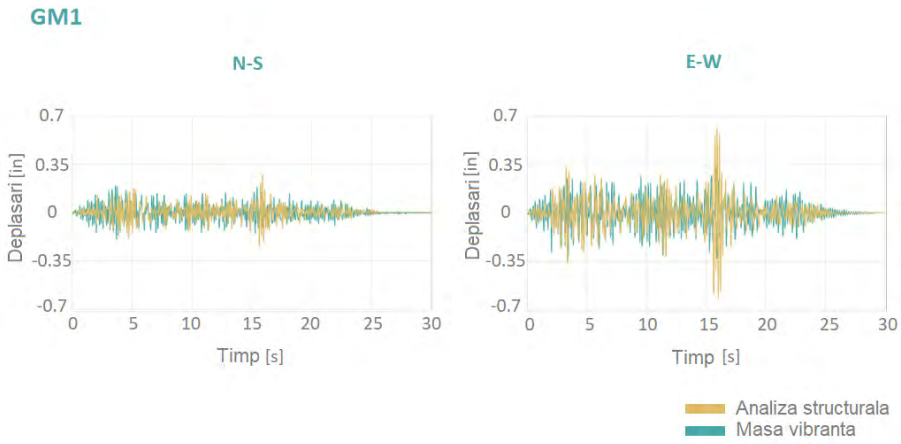


Figura 12. Deplasările din vârf ale structurii la seismul GM1

5. Concluzii

În această lucrare s-a analizat gradul de precizie al rezultatelor obținute comparând răspunsurile înregistrate ale unei structuri modelate în programul SAP2000 și cele furnizate de incercările experimentale ale unei machete din lemn de balsa, totodată detaliind procesul de execuție al acesteia.

Din rezultatele prezentate în Tabelul 1 și 2, se observă o discrepanță între valorile obținute în mod experimental și cele obținute în programul de analiză structurală. Această diferență este determinată, evident, de erorile care pot apărea în execuția machetei, cum ar fi lipsa planeității în

anumite porțiuni ale elementelor din lemn, lipiturile incomplete între elemente, dar și variațiile secțiunilor transversale. În plus, în program, conexiunile atât între elemente, cât și între stâlpi și placa de bază sunt considerate perfect fixe, în timp ce în realitate acestea au un anumit grad de elasticitate. Rezultatele obținute experimental pot fi utilizate pentru calibrarea modelului in programul structural. Acest lucru se va realiza prin ajustarea modulului lui Young al lemnului de balsa, astfel încâtstructura să aibă aceeași frecvență proprie precum cea obținută experimental.

Tipul analizei	Accelerația din vârf după GM1 N-S (m/s^2)	Accelerația din vârf după GM1 E-V (m/s^2)	Deplasarea după GM1 N-S (mm)	Deplasarea după GM1 E-V (mm)
Încercări experimentale	1.06 g	0.946 g	4.2418	7.112
SAP 2000	1.027 g	1.46 g	9.144	16.764

Tabelul 1. Diferența dintre rezultatele obținute experimental și rezultatele obținute din programul structural SAP2000

Tipul analizei	Perioada de vibrație N-S (s)	Perioada de vibrație E-V (s)
Încercări experimentale	0.176	0.224
SAP 2000	0.162	0.194

Tabelul 2. Diferențe dintre perioada de vibrație obținută experimental și cea obținută cu ajutorul programului structural SAP200

BIBLIOGRAFIE

1. EERI Student Leadership Council, *Twenty-first Annual Undergraduate Seismic Design Competition (SDC).* Official Rules, 2024

2. EERI Student Leadership Council, *Twenty-first Annual Undergraduate Seismic Design Competition (SDC).* Design Guide, 2024

3. EERI (Earthquake engineering research institute) (2023). Earthquake Spectra Volume 39, number 3, August 2023

4. EERI Student Leadership Council, Twenty-first Annual Undergraduate Seismic Design Competition (SDC). Ground Motion Selection Guide, 2024

STUDIU COMPARATIV ÎNTRE CALCULUL ANALITIC CONFORM SR-EN 1993-1-8 ȘI CALCULUL PRIN PROGRAMUL IDEA STATICA AL UNEI ÎMBINĂRI ARTICULATE

Autor
Ing. Andreea CONSTANTINESCU
Facultatea de Construcții, Universitatea „Ovidius" Constanța, constantinescu_10@yahoo.com

Îndrumător
Conf. Dr. Ing. Florin ȚEPEȘ-ONEA
Facultatea de Construcții, Universitatea „Ovidius" Constanța, tflorin@univ-ovidius.ro

REZUMAT: *S-a realizat o comparație între verificările analitice prevăzute în Eurocod 3: Proiectarea structurilor de oţel Partea 1-8: Proiectarea îmbinărilor pentru o îmbinare grindă-stâlp cu placă de capăt redusă şi aceleaşi verificări realizate prin programul IDEA StatiCa. S-a plecat de la un proiect de structură metalică, cu regim de înălțime P+1, având traveea de 6 metri, deschiderea de 6 metri şi o înălțime de nivel de 3,70 metri, proiectată pentru zona Constanța. Structura metalică a fost concepută pe o direcție contravântuită centric şi pe cealaltă direcție necontravântuită. Structura are planşee de beton armat compozit având grosimea de 13 cm, iar terasa de la ultimul nivel este necirculabilă. Îmbinarea care face obiectul lucrării de față, este pozitionată pe direcția necontravântuită.*

Se va optimiza îmbinarea în special prin utilizarea programului de calcul automat IDEA StatiCa, care are la bază metoda componentelor cu elemente finite şi Eurocodul 3, ca fiind o soluție mult mai facilă în comparație cu un calcul analitic pentru a obține nişte concluzii care pot fi utilizate în activitatea de proiectare.

Cuvinte cheie: îmbinare cu placă de capăt redusă

1. Scopul lucrării

Pentru o clădire metalică cu regim de înălțime P+1 se va calcula una din îmbinările articulate, atât cu normativul SR-EN 1993-1-8, cât și cu ajutorul programului de calcul IDEA StatiCa, cu scopul de a face comparație între rezultatele obținute, pentru a avea în vedere o proiectare cât mai acoperitoare de fiecare dată.

În acest sens, s-a plecat de la calculul structurii metalice P+1 și optimizarea ei astfel încât să fie respectate atât prevederile specifice normativului P100-1/2013 pe ambele plane, contravântuit și necontravântuit, cât și realizarea verificărilor de rezistență și stabilitate pentru elementele structurii. [1] Ulterior s-a făcut calculul prin cele 2 metode.

2. Structura metalică studiată

Structura metalică aleasă este o clădire de birouri, cu regim de înălțime P+1, având traveea de 6,00 metri, deschiderea de 6,00 metri și o înălțime de nivel de 3,70 metri. Construcția a fost proiectată pentru zona Constanța, accelerația de vârf a terenului pentru proiectare ag fiind egală cu 0,2g. Structura nu este sensibilă la componenta verticală a acțiunii seismice. Se iau în calcul doar cele două componente orizontale descrise prin spectre de răspuns elastic pentru accelerații Se(T)=ag · β(T). [2] Aceasta este proiectată conform clasei de ductilitate DCM.

Clădirea a fost concepută pe o direcție contravântuită centric și pe cealaltă direcție necontravântuită. S-au utilizat stâlpi având secțiunea HEB450 și grinzi cu secțiunea IPE400. Elementele structurii de rezistență se confecționează din profile laminate europene din oțel S235. Structura are planșee de beton armat compozit, având grosimea de 13 cm, iar terasa de la ultimul nivel este necirculabilă. Îmbinarea care face obiectul lucrării de față, este

poziționată pe direcția necontravântuită, pe axul 2, unde îmbinările stâlp-grindă se vor realiza articulat. În lungul axelor 1 și 3, pe direcția necontravântuită, îmbinările se vor realiza rigid. Această soluție constructivă a fost aleasă având în vedere faptul că realizarea unei îmbinări rigide poate fi mai costisitoare, iar structura îndeplinește verificările de rezistență și stabilitate având îmbinări rigide pe axele mai sus menționate. Îmbinările pe direcția contravântuită se vor realiza articulat, astfel încât contravântuirile vor prelua momentul încovoietor rezultat din acțiunea seismică.

În cadrul proiectului elaborat la materia Stabilitatea și rezistența structurilor metalice de la Universitatea „Ovidius" Constanța s-au realizat verificări de rezistență și de stabilitate pe elemente individuale. Printre aceste verificări se regăsesc verificarea grinzii la flambaj lateral și calculul lungimii de flambaj al stâlpilor pentru o structură cu noduri deplasabile.

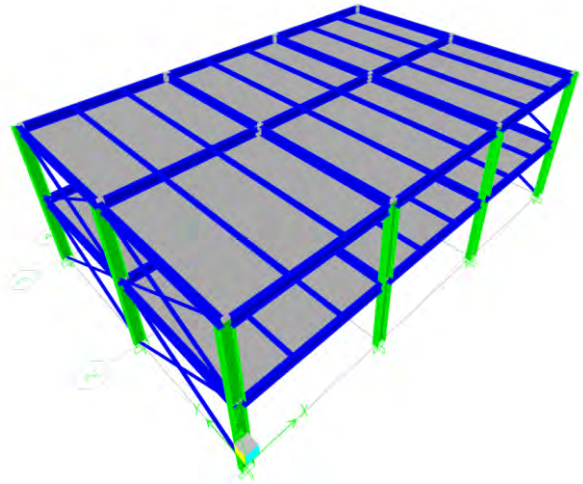


Figura 1. Structura metalică studiată

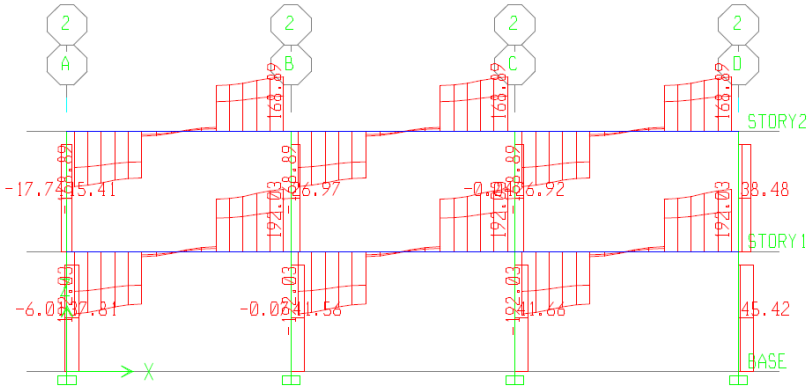


Figura 2. Rezultate diagramă forță tăietoare

Structura metalică a fost calculată cu ajutorul programului ETABS, program ce lucrează cu metoda elementului finit. S-au determinat diagramele de forță tăietoare rezultate din starea limită ultimă, întrucât grinzile sunt elemente disipative. Forța tăietoare de calcul maximă rezultată este 192,03 kN.

3. Îmbinarea cu placă de capăt redusă

O îmbinare este reprezentată de componentele sale fizice ce leagă stâlpul și grindă și este localizată unde se efectuază prinderea. Aceasta este alcătuită din componentele care formează îmbinarea, fiind caracteristice acestei tipologii (de exemplu în cazul îmbinării cu placă de capăt cu șuruburi sunt șuruburile, placa de capăt, etc.) [3]

Îmbinarea cu placă de capăt și șuruburi poate avea diverse caracteristici, care depind de variația parametrilor interni: diametrul șuruburilor, grosimea plăcii de capăt, prezența rigidizărilor, rezistența componentelor, etc. [3]

Placa va fi prinsă în fabrică prin sudarea cu cordoane de sudură de capătul grinzii. Sudura va fi sudură de colț. Pe șantier, îmbinarea de montaj se realizează cu una sau mai multe rânduri, duble, de șuruburi dispuse vertical. Înălțimea plăcii nu va depăși înălțimea grinzii. Aceasta este o soluție ieftină, ușor de executat în fabrică, dar mai dificil de montat din cauza toleranțelor mici dintre distanța dintre stâlpi și gabaritul grinzii. [3]

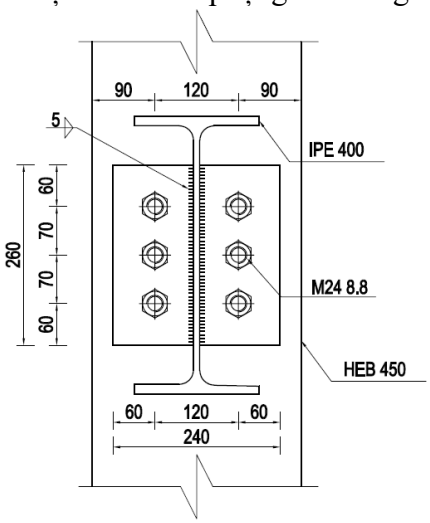


Figura 3. Îmbinarea calculată

Principalele componente ale nodului

Configurația: îmbinare între capătul grinzii şi talpa stâlpului
Stâlp: HEB 450
Grindă: IPE 400
Tipul de îmbinare: Îmbinare cu placă de capăt
Placa de capăt: Pl 260 x 240 x 15
Şuruburi M24 Gr 8.8

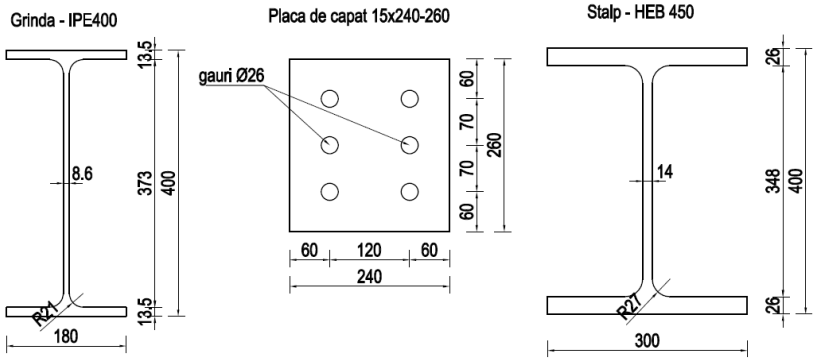


Figura 4. Elementele componente ale îmbinării verificate

3.1. Calcul îmbinării conform SR EN 1993-1-8 [4], [5], [6]

Cerințe de rotire

$$h_p \leq d_b \quad (1)$$

$$d_b = h - 2t_{bf} - 2r = 400 - 2 \cdot 13{,}5 - 2 \cdot 21 = 331mm > 260mm \rightarrow Se\ verifică \quad (2)$$

unde: h –înalțimea secțiunii grinzii; t_{bf} – grosimea tălpii grinzii; r – raza de curbură a grinzii

Cerințe de ductilitate:

$$\frac{d}{t_p} \geq 2{,}8 \cdot \sqrt{\frac{f_{yp}}{f_{ub}}} \quad (3)$$

unde: d – diametrul tijei șurubului; f_{yb} – limită de curgere; f_{ub} – rezistență ultimă

$$\frac{d}{t_p} = \frac{24}{15} = 1{,}6$$

$$2{,}8 \cdot \sqrt{\frac{f_{yp}}{f_{ub}}} = 2{,}8 \cdot \sqrt{\frac{235}{800}} = 1{,}51 < 1{,}60 \rightarrow Se\ verifică$$

$$0{,}4 \cdot t_{wb} \cdot \beta_w \cdot \sqrt{3} \cdot \frac{f_{ybw}}{f_{ubw}} \cdot \frac{\gamma_{M2}}{\gamma_{M0}} \quad (4)$$

unde: β_w – coeficient de corelare pentru evaluarea rezistenței sudurii; t_{bw} – grosimea inimii grinzii; f_{ybw} – limita de curgere; f_{ubw} – rezistanță ultimă; γ_{M2}, γ_{M0} – coeficienți siguranță

$$0{,}4 \cdot 8{,}6 \cdot 0{,}8 \cdot \sqrt{3} \cdot \frac{235}{360} \cdot \frac{1{,}25}{1{,}00} = 3{,}89 < 5 \rightarrow Se\ verifică$$

A. Rezistența nodului de forfecare

Forfecarea tijei șurubului

$$V_{Rd1} = 0{,}8 \cdot n \cdot F_{\vartheta Rd} = 0{,}8 \cdot 6 \cdot 137{,}5 = 660\ kN \quad (5)$$

$n = 6$ – *numărul total de șuruburi*

Rezistența de forfecare a unui șurub $F_{\vartheta Rd}$

$$F_{\vartheta Rd} = \alpha_\vartheta \cdot A \cdot \frac{f_{ub}}{\gamma_{M2}} = 0{,}6 \cdot 353 \cdot \frac{800}{1{,}25} = 137{,}5\ kN \quad (6)$$

unde: α_ϑ – factor de reducere; A – arie rezistență șurub; f_{ub} – rezistență ultimă

Presiunea pe gaură în placa de capăt

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \cdot \alpha_b \cdot d \cdot t_p \cdot f_{up}}{\gamma_{M2}} = \frac{2{,}5 \cdot 0{,}65 \cdot 24 \cdot 15 \cdot 360}{1{,}25} = 168{,}48\ kN \quad (7)$$

$$\alpha_b = \min\left(\frac{e_1}{3 \cdot d_0}; \frac{p_1}{3 \cdot d_0} - \frac{1}{4}; \frac{f_{ub}}{f_{up}}; 1{,}0\right) = \min(0{,}77; 0{,}65; 2{,}20; 1{,}00) = 0{,}65 \quad (8)$$

unde: e_1 – distanța longitudinală până la margine; d_0 – diametru gaură; p_1 – distanța între șuruburi pe direcție longitudinală

$$k_1 = \min(2{,}8 \cdot \frac{e_2}{d_0} - 1{,}7;\ 2{,}5) = \min(4{,}76;\ 2{,}5) = 2{,}5 \quad (9)$$

$$V_{Rd,2} = n \cdot F_{b,Rd} = 6 \cdot 168{,}48 = 1010{,}88\ kN \quad (10)$$

Presiunea pe gaură în talpa stâlpului

Rezistența la presiune pe gaura unui șurub

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \cdot \alpha_b \cdot d \cdot t_{cf} \cdot f_{ucf}}{\gamma_{M2}} = \frac{2{,}5 \cdot 0{,}65 \cdot 24 \cdot 26 \cdot 360}{1{,}25} = 292{,}03\ kN \quad (11)$$

unde: t_{cf} – grosimea tâlpii stâlpului

$$k_1 = \min(2{,}8 \cdot \frac{e_{c2}}{d_0} - 1{,}7;\ 2{,}5) = \min(6{,}9;\ 2{,}5) = 2{,}5 \quad (12)$$

unde: e_{c2} – distanța de la ultimul rând de suruburi la margine

$$V_{Rd,3} = n \cdot F_{b,Rd} = 6 \cdot 292{,}03 = 1752{,}19\ kN \quad (13)$$

Forfecarea plăcii de capăt în secțiune brută

$$V_{Rd,4} = \frac{2 \cdot h_p \cdot t_p}{1{,}27} \cdot \frac{f_{yp}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}} = \frac{2 \cdot 260 \cdot 15}{1{,}27} \cdot \frac{235}{\sqrt{3} \cdot 1{,}0} = 833{,}32\ kN \quad (14)$$

Forfecarea plăcii de capăt în secțiune netă

$$V_{Rd,5} = 2 \cdot A_{\vartheta net} \frac{f_{up}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M2}} = 2 \cdot 2730 \frac{360}{\sqrt{3} \cdot 1{,}25} = 907{,}90\ kN \quad (15)$$

unde: $A_{\vartheta net}$ – arie secțiune netă

$$A_{\vartheta net} = t_p \cdot (h_p - n_1 \cdot d_0) = 15 \cdot (260 - 3 \cdot 26) = 2730\ mm \quad (16)$$

unde: n_1 – numărul rândurilor de șuruburi

Forfecarea inimii grinzii

$$V_{Rd,6} = A_\vartheta \cdot \frac{f_{yb1}}{\sqrt{3}\cdot\gamma_{M0}} = 2012{,}4 \cdot \frac{235}{\sqrt{3}\cdot 1{,}0} = 273{,}05\ kN \quad (17)$$

unde: A_ϑ – aria de forfecare

$$A_\vartheta = 0{,}9 \cdot h_p \cdot t_{wb1} = 0{,}9 \cdot 260 \cdot 8{,}6 = 2012{,}4\ mm \quad (18)$$

Rezistența nodului la forfecare

Pentru cedarea prin forfecare valoarea minimă este: $V_{Rd,6} = 273{,}05\ kN$

Modul de cedare: forfecarea inimii grinzii

Forța tăietoare la capăt: 192,03 kN

Forța tăietoare capabilă: 273,05 kN

Se verifică $273{,}05 > 192{,}03$

B. Întinderea șuruburilor

$$N_{Rd,u1} = n \cdot F_{tRd,u} = 6 \cdot 231{,}05 = 1386{,}3\ kN \quad (19)$$

$$F_{tRd,u} = \frac{k_2 \cdot f_{ub} \cdot A_s}{\gamma_{M4}} = \frac{0{,}9 \cdot 800 \cdot 353}{1{,}1} = 231{,}05\ kN \quad (20)$$

unde: n – numărul șuruburilor; $F_{tRd,u}$ – rezistența la întindere a unui șurub; k_2 – coeficient; γ_{M4}– coeficient siguranță

C. Încovoierea plăcii de capăt

$$N_{Rd,u2} = \min\left(F_{Rd,u,ep1}; F_{Rd,u,ep2}\right) \quad (21)$$

Pentru nodul 1:

$$F_{Rd,u,ep1} = F_{T,1,Rd} = \frac{(8\cdot n_p - 2\cdot e_w)\cdot M_{pl,1,Rd,u}}{2\cdot m_p \cdot n_p - e_w\cdot(m_p + n_p)} = \frac{(8\cdot 60 - 2\cdot 11{,}25)\cdot 4{,}76\cdot 10^6}{2\cdot 50{,}05\cdot 60 - 11{,}25\cdot(50{,}05+60)} = 459{,}62 \quad (22)$$

$$n_p = \min\left(e_2; e_{2,c}; 1{,}25 \cdot m_p\right) = \min(60; 80; 62{,}65) = 60\ mm \quad (23)$$

$$m_p = \frac{p_2 - t_{w1b1} - 2\cdot 0{,}8\cdot a\sqrt{2}}{2} = \frac{120 - 8{,}6 - 2\cdot 0{,}8\cdot 5\sqrt{2}}{2} = 50{,}05\ mm \quad (24)$$

$$e_w = \frac{d_w}{4} = \frac{45}{4} = 11{,}25\ mm \quad (25)$$

$$M_{pl,1,Rd,u} = M_{pl,2,Rd,u} = \frac{1}{4} \cdot \frac{h_p \cdot t_p \cdot f_{up}}{\gamma_{M0}} = \frac{1}{4} \cdot \frac{260\cdot 15^2 \cdot 360}{1{,}1} = 4{,}79\ kNm \quad (26)$$

Pentru nodul 2

$$F_{Rd,u,ep2} = F_{T,2,Rd} = \frac{M_{pl,2,Rd,u} + n_p \cdot \sum F_{t,Rdu}}{m_p + n_p} = \frac{2\cdot 4{,}76\cdot 10^6 + 60\cdot 1386{,}3\cdot 10^3}{60 + 50{,}05} = 842{,}73\ kN \quad (27)$$

$$N_{Rd,u2} = \min\left(F_{Rd,u,ep1}; F_{Rd,u,ep2}\right) = 459{,}62\ kN$$

Întinderea inimii grinzii

$$N_{Rd,u3} = \frac{t_w \cdot h_p \cdot f_{u,bw}}{\gamma_{M,u}} = \frac{8{,}6\cdot 260\cdot 360}{1{,}1} = 731{,}78\ kN \quad (28)$$

Rezistența nodului la întindere

Modul de cedare: întindere în inima grinzii

N_u=459,62 kN > V_{sd}=138,04 kN Se verifică

unde V_{sd} – forța tăietoare de calcul

Verificarea sudurii plăcuței de inima grinzii

$$F_{w,Rd} = A_w \cdot f_{vw,d} = 2 \cdot 5 \cdot 260 \cdot 207 = 538{,}2\ kN < 192\ \text{kN}\ \text{ Se verifică} \quad (29)$$

unde Fw,Rd – forță capabilă a sudurii, A_w – aria cordonului de sudură, $f_{vw,d}$ – rezistența de calcul la forfecare a sudurii

$$f_{vw,d} = \frac{f_u/\sqrt{3}}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}} = \frac{360/\sqrt{3}}{0{,}8\cdot 1{,}25} = 207\ N/mm^2 \quad (30)$$

3.2. Calculul îmbinării cu programul IDEA StatiCa

Programul IDEA Statica a fost utilizat pentru verificarea îmbinării. Caracteristica sa principală o reprezintă faptul că modelarea îmbinărilor nu se bazează pe forme predefinite, urmând tipologia procesului de fabricație. [7]

Caracteristicile principale ale programului:

- analiza rigidității pentru orice fel de îmbinare
- modelul elementului finit este generat automat, nefiind necesară generarea lui de către utilizator
- nodul este modelat conform fabricării – goluri, șuruburi, suduri, plăci, etc.
- calculul eforturilor și tensiunilor în noduri care are la baza analiza de element finit în domeniul elasto-plastic
- analiza voalării locale și a factorilor critici de încărcare [7]

Programul IDEA StatiCa realizează o discretizare automată a elementelor. Acesta a fost primul program care a combinat analiza MEF cu metoda componentelor. IDEA StatiCa folosește o metodă nouă care se numește metoda componentelor cu elemente finite (CBFEM). Programul utilizează standarde europene în vigoare, precum SR-EN 1993-1-8, care împreună cu metoda componentelor cu elemente finite conduce la un calcul acoperitor al îmbinărilor, ce poate să difere parțial în anumite cazuri de un calcul analitic.



Cross-sections

Name	Material
3 - HEB450	S 235
4 - IPE400	S 235

Bolts

Name	Bolt assembly	Diameter [mm]	fu [MPa]	Gross area [mm²]
M24 8.8	M24 8.8	24	800.0	452

Figura 5. Îmbinarea introdusă în programul IDEA StatiCa

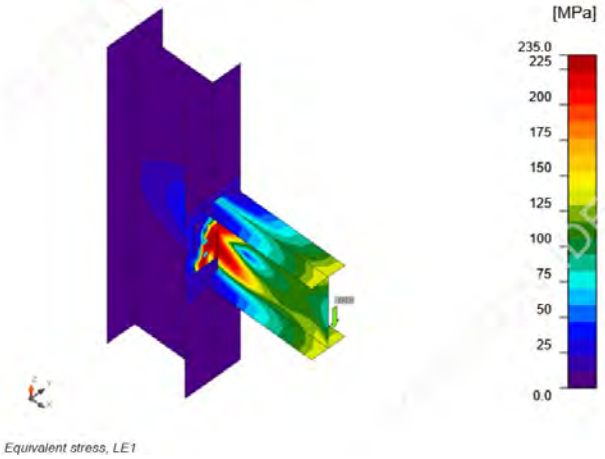


Figura 6. Distribuția eforturilor în îmbinare

Summary

Name	Value	Status
Analysis	100.0%	OK
Plates	1.3 < 5%	OK
Bolts	65.3 < 100%	OK
Welds	0.0 < 100%	OK
Buckling	Not calculated	

Plates

Name	Thickness [mm]	Loads	σ_{Ed} [MPa]	ε_{Pl} [%]	Status
C-bfl 1	26.0	LE1	167.4	0.0	OK
C-tfl 1	26.0	LE1	3.5	0.0	OK
C-w 1	14.0	LE1	93.8	0.0	OK
B-bfl 1	13.5	LE1	142.2	0.0	OK
B-tfl 1	13.5	LE1	142.1	0.0	OK
B-w 1	8.6	LE1	236.6	0.8	OK
EP1	15.0	LE1	237.8	1.3	OK

Design data

Material	f_y [MPa]	ε_{lim} [1e-4]
S 235	235.0	500.0

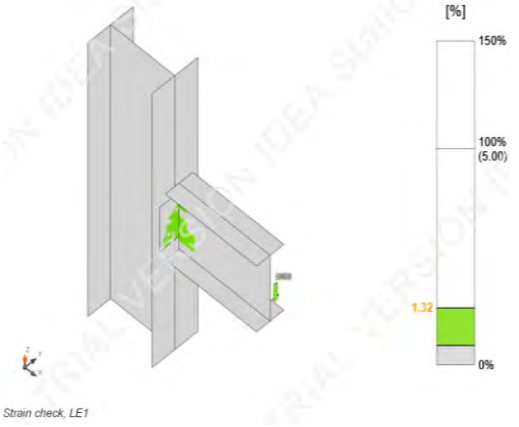
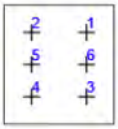


Figura 7. Verificările îmbinării îndeplinite

Bolts

	Name	Loads	$F_{t,Ed}$ [kN]	V [kN]	Ut_t [%]	$F_{b,Rd}$ [kN]	Ut_s [%]	Ut_{ts} [%]	Status
	B1	LE1	1.8	30.6	0.9	199.4	22.5	23.2	OK
	B2	LE1	1.9	30.6	0.9	199.4	22.6	23.2	OK
	B3	LE1	115.7	33.4	56.9	259.2	24.7	65.3	OK
	B4	LE1	115.6	33.4	56.9	259.2	24.6	65.3	OK
	B5	LE1	35.5	32.7	17.5	167.8	24.1	36.6	OK
	B6	LE1	35.5	32.7	17.5	167.8	24.1	36.6	OK

Design data

Name	$F_{t,Rd}$ [kN]	$B_{p,Rd}$ [kN]	$F_{v,Rd}$ [kN]
M24 8.8 - 1	203.3	309.4	135.6

Figura 7. Verificările șuruburilor M24 gr. 8.8

Având în vedere că îmbinarea s-a verificat la efortul de proiectare rezultat din starea limită ultimă, s-a mărit încărcarea din forță tăietoare treptat pentru a determina și modul de cedare și valoarea forței tăietoare la care va ceda îmbinarea.

S-a determinat un efort capabil al îmbinării de 212kN. La această valoare a forței tăietoare, se observă că va începe să cedeze inima grinzii IPE400, acesta fiind același mod de cedare rezultat și din calculul analitic conform SR EN 1993-1-8.

Summary

Name	Value	Status
Analysis	100.0%	OK
Plates	5.5 > 5%	Not OK!
Bolts	86.1 < 100%	OK
Welds	0.0 < 100%	OK
Buckling	Not calculated	

Plates

Name	Thickness [mm]	Loads	σ_{Ed} [MPa]	ε_{Pl} [%]	Status
C-bfl 1	26.0	LE1	177.5	0.0	OK
C-tfl 1	26.0	LE1	3.9	0.0	OK
C-w 1	14.0	LE1	100.0	0.0	OK
B-bfl 1	13.5	LE1	156.9	0.0	OK
B-tfl 1	13.5	LE1	156.9	0.0	OK
B-w 1	8.6	LE1	246.5	5.5	Not OK!
EP1	15.0	LE1	245.3	4.9	OK

Figura 8. Verificările îmbinării neîndeplinite

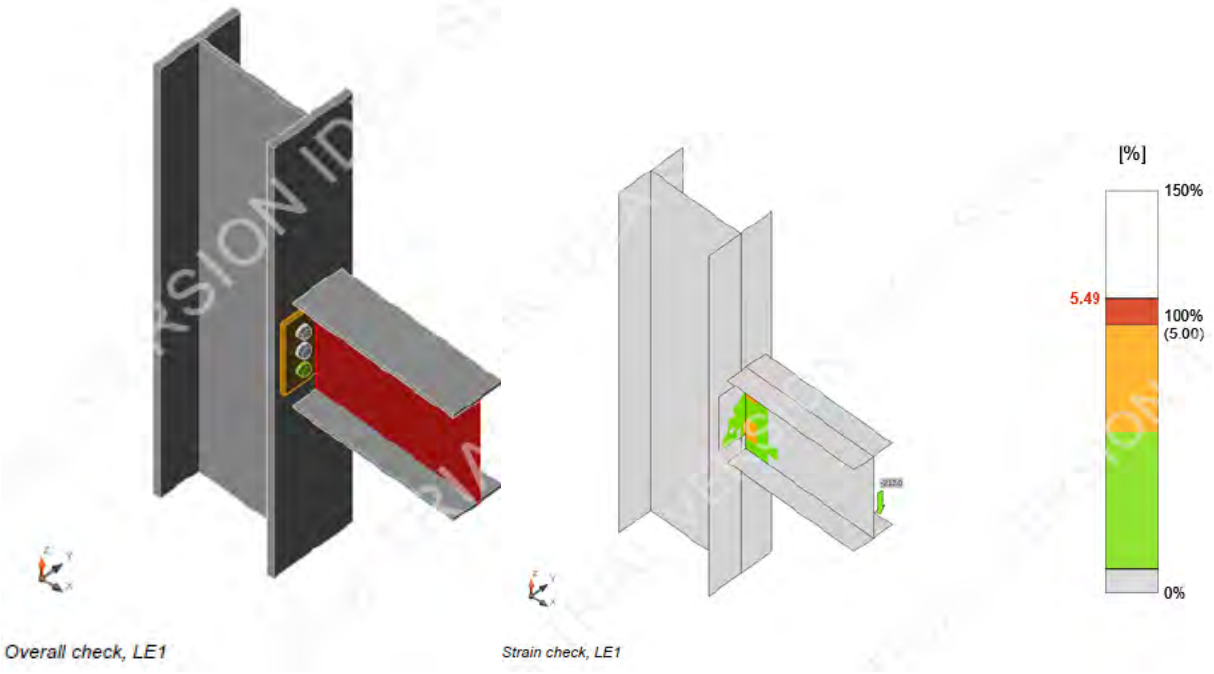


Figura 9. Modul de cedare al îmbinării

4. Concluzii

Pentru structura proiectată s-au făcut toate verificările de rezistență și de stabilitate și s-a ținut cont de prevederile specifice din normativul P100-1/2013. Suprarezistențele s-au obținut după optimizarea secțiunilor, rezultând valori apropiate de cele din Anexa F din P100.

Se poate concluziona că de fiecare dată când este posibil, este recomandat să se verifice prin ambele metode și să se ia în considerare efortul minim capabil rezultat. Atât efortul capabil obținut prin calcul analitic (273 kN), cât și cel obținut cu ajutorul programului IDEA StatiCa (212 kN) sunt mai mici în comparație cu efortul de calcul din programul ETABS de 192,03 kN, ceea ce ne arată că îmbinarea are rezistența necesară.

BIBLIOGRAFIE

1. F. Țepes-Onea, Construcții metalice, Editura MatrixRom, București, 2023
2. P100-1/2013 – Cod de proiectare seismică – Prevederi de proiectare pentru clădiri
3. Calculul și proiectarea îmbinărilor structurale din oțel în conformitate cu SR-EN 1992-1-1. Recomandări, comentarii şi exemple de aplicare (Contract nr. 426/08.12.2009), Timişoara, august 2010
4.Verificarea la stabilitate a elementelor din oțel în conformitate cu SR-EN 1992-1-1. Recomandări, comentarii şi exemple de aplicare (Contract nr. 424/08.12.2009), Timişoara, august 2010
5.Calculul structural global al structurilor metalice. Recomandări, comentarii şi exemple de aplicare (Contract nr. 425/08.12.2009), Timişoara, august 2010
6.SR EN 1993-1-8: 2006 Eurocod 3: Proiectarea structurilor de oțel - Partea 1.8: Proiectarea îmbinărilor. România, 2006
7.http://www.reflex-ing.ro/IDEAStatiCa/idea-statica-steel-connection-ro/

STUDIU PRIVIND PROTECȚIA LA FOC A UNEI CONSOLIDĂRI METALICE

Autor

Ing. Andreea CONSTANTINESCU
Facultatea de Construcții, Universitatea „Ovidius" Constanța, constantinescu_10@yahoo.com

Îndrumător
Șef lucrări Dr. Ing. Mirela POPA
Facultatea de Construcții, Universitatea „Ovidius" Constanța, mirela.popa@365.univ-ovidius.ro

REZUMAT: *În cadrul studiului, s-a dimensionat protecția la foc necesară pentru o consolidare metalică. Consolidarea constă într-un cadrul longitudinal alcătuit din stâlpi cu secţiune din ţeavă circulară şi din 2 ferme cu zăbrele simetrice. Aceasta a fost dimensionată și verificată cu metodele clasice de analiză, în cadrul lucrării de licență, realizată la Universitatea Tehnică de Construcții București. În prezent hala nu este utilizată, datorită vechimi mari şi modificării valorilor încărcării din zăpadă, structura necesitând lucrări de consolidare pentru a asigura un grad de rezistenţă şi siguranţă în exploatare în conformitate cu normativele în vigoare. Având în vedere conductivitatea ridicată a oțelului și micșorarea drastică a proprietăților mecanice ale acestuia la temperaturi înalte, este important ca această consolidare să fie protejată pentru a nu își pierde capacitatea portantă pe durata unui incendiu.*

Luând în considerare destinația clădirii, respectiv sală de evenimente, se propune o protecție la foc care să îndeplinească și criteriile estetice. În lucrare se vor analiza metodele de stabilire a protecției la foc și se va urmări care sunt limitările acestora.

Cuvinte cheie: temperatură critică, protecția la foc, element metalic

1. Introducere

Odată cu dezvoltarea și avansarea continuă în tehnologia de prelucrare, producție și fabricare a metalelor, limitele superioare ale rezistenței oțelului au crescut continuu. Oțelul este un material caracterizat prin rezistență ridicată, greutate proprie redusă, ductilitate bună, duritate și lucrabilitate. Cu toate acestea, printre dezavantajele pe care structurile din oțel le prezintă, se numără o rezistență slabă la foc. [1]

Proiectarea construcţiilor implică şi o verificare la acţiunea focului pentru elementele structurii portante; aceasta presupune faptul că structurile portante trebuie să îşi menţină capacitatea portantă un timp normat astfel încât să asigure următoarele: îndeplinirea funcţiilor specifice echipamentelor împotriva incendiilor, securitatea utilizatorilor şi cea a forţelor de intervenţie și evitarea colapsului clădirii. [2]

Alegerea sistemului de protecție împotriva incendiului la structurile metalice reprezintă un proces complex care este necesar a fi parcurs în stadiul de proiectare, pentru a preveni probleme ulterioare. În prezent, pe piață sunt disponibile multiple soluții de protecție pentru structurile metalice. Sistemele predominante sunt: vopselele intumescente, plăcile anti-incendiu și spray-uri. Cea mai folosită metodă este cea cu vopsea intumescentă, într-o proporție de aproximativ 70%, urmată de placarea cu plăci anti-incendiu care este utilizată într-o proporție de 20%, fiind urmată de spray-uri în aproximativ 3% dintre cazuri. [3]

2. Structura metalică aleasă

Soluţia constructivă aleasă pentru consolidarea halei dezafectate constă în introducerea unui cadru metalic longitudinal, cu 2 deschideri de câte 25 de metri fiecare. Cadrul metalic longitudinal prevăzut are rolul de a reduce eforturile din moment încovoietor precum şi de a asigura o rigidizare pe direcţie longitudinală. Acest cadru este alcătuit din stâlpi cu secţiune din ţeavă circulară cu diametrul de 914 mm şi grosime de 16 mm şi din 2 ferme cu zăbrele, simetrice, având în componenţa lor ţevi circulare de 219,1 mm cu grosime de 8 mm la tălpi şi ţevi circulare de 139,7 mm cu grosime de 6,3 mm la diagonale.

3. Protecții pasive și active la foc

Strategia privind securitatea la incendiu este pusă în aplicare prin execuția unor sisteme de protecție la incendii, combinând un sistem de protecție pasivă cu un sistem de protecție activă împotriva incendiului.

Un sistem de protecție activă la incendii va controla incendiul și efectele pe care le are acesta prin intervenția unor persoane și dispozitive automate, incluzând sistemul de protecție operativă.

Controlul activ al unui incendiu se poate realiza prin detectarea umană sau automată (cu dispozitive speciale pentru detectarea fumului), cât și prin stingerea incendiului care se realizează de către echipe specializate de intervenție și/sau dispozitive automate (instalații de sprinklere cu apă, haloni, CO_2, etc.)

Un sistem de protecție pasivă la incendii va controla incendiul și efectele pe care le are acesta prin structura și componentele sale, nefiind necesare alte operațiuni speciale în timpul desfășurării unui incendiu.

Controlul pasiv al incendiului se referă la alegerea unor materiale potrivite pentru construcție, precum și finisaje interioare care să impiedice răspândirea rapidă a flăcărilor. De asemenea, este necesară prevederea elementelor de compartimentare și înzestrarea elementelor structurale cu o rezistență suficientă la foc pentru a preveni extinderea incendiului și cedarea structurii [4]

În lucrare se vor analiza posibilitățile prezente pe piața din România pentru protejarea elementelor structurale in cazul unei consolidări metalice. În urma alegerii unei soluții care întrunește toate cerințele, se va dimensiona protecția la foc necesară.

Manualele tehnice puse la dispoziție de către producători sunt foarte cuprinzătoare, astfel încât sarcina principală a inginerului proiectant se poate reduce la determinarea temperaturii critice. Într-un manualul tehnic, inginerul poate găsi factorul de secțiune pentru o gamă largă de profile, în funcție de modul de aplicare a protecției și de numărul de laturi expuse. Pe baza temperaturii critice, a factorului de secțiune și a criteriului R impus se poate determina grosimea protecției la foc alese.

4. Tipuri de protecții disponibile pe piața din România

La momentul actual, pe piața din România sunt disponibile o varietate de produse pentru protejarea pasivă a structurilor împotriva incendiilor. Materialele de tip plăci, vopseluri și mortar sunt principalele sisteme destinate protecției la foc a structurilor metalice.

Plăcile destinate protecției la foc pot fi mineral armate cu fibre și material de umplutură sau pot fi pe bază de silicat de calciu. În funcție de tipul ales, se pot utiliza atât la interior, cât și la exterior parțial expus. Unul dintre avantajele principale îl constituie rezistența ridicată la umezeală.

Pentru protejarea la foc a structurilor metalice, se pot utiliza, de asemenea, o gamă de vopseluri specifice care pot fi aplicate pentru toate tipurile de condiții (interioare și exterioare). Acestea pot fi de tipul vopsea intumescentă, cu o rezistență la incendiu până la R180 sau de tip vopsea termospumantă, în emulsie de apă, care are în componența sa rășină sintetică, cu o rezistență la incendiu până la R120. Protecția la foc de tip vopsea este ușor de aplicat și este o opțiune favorabilă din punct de vedere estetic.

De asemenea, pentru spațiile interioare se poate utiliza un mortar care are la bază gips și vermiculite, aplicat cu un pulverzator sau cu o mistrie. Acesta este o tencuială ușoară ce asigură protecție foarte eficientă, îmbunătățește izolarea acustică și termică, având o aplicare rapidă și economică. [5]

Având în vedere caracteristicile materialelor oferite de producători, au fost analizate cerințele de rezistență și criteriile estetice pentru consolidarea metalică aleasă deoarece utilizarea viitoare va fi de locație destinată evenimentelor muzicale, soluțiile alese a fi compatibile sunt protecția la foc de tip mortar și vopseaua intumescentă.

5. Rezistența la foc

Rezistența la foc este capacitatea unui element de construcții de a-și păstra capacitatea portantă pe o durată de timp, etanșeitatea la foc sau izolarea termică, specificate într-o încercare de rezistența la foc standardizată. [6] Rezistența la foc minimă pentru principalele elemente care intră în componența structurii portante a clădirii este precizată în reglementări tehnice specifice, respectiv P118-99.

Condițiile minime pe care elementele principale ale unei clădiri trebuie să le îndeplinească astfel încât clădirea sau compartimentul poate fi încadrat într-un nivel de stabilitate la incendiu, sunt precizate în următorul tabel din P118-99:

Tabel 1. Condiții minime încadrare în niveluri de stabilitate la incendiu [7]

Nr. crt.	Tipul elementelor de construcție	Nivelul de stabilitate la foc				
		I	II	III	IV	V
1	Stâlpi	R 180	R 120	R 60	R 30	–
2	Pereți portanți, diafragme	REI 180	REI 120	REI 60	REI 30	–
3	Pereți interiori neportanți	EI 30	EI 15	EI 15	–	–
4	Pereți exteriori neportanți. Cu excepția pereților cortină	EI 15	EI 15	EI 15	E 15	–
5	Planșee, planșee-terasă	REI 120	REI 60 (REI 45)	REI 45 (REI 30)	REI 30 (REI 15)	–
6	Grinzi, ferme, structuri speciale pentru acoperiș (cupole, piramide, elemente curbe spațiale)	R 120	R 60 (R 45)	R 45 (R 30)	R 30 (R 15)	–
7	Contravântuiri verticale	R 120	R 60 (R 30)	R 30 (R 15)	R 15	–
8	Pane, contravântuiri orizontale, șarpanta acoperișurilor	R 45 (R 30)	R 30 (R 15)	R 15	R15	–
9	Panouri de învelitoare și suportul continuu al învelitorii	REI 15	–	–	–	–
NOTA *– Cifrele din paranteză corespund construcțiilor și compartimentelor în care sarcina termică nu depășește 840 Mj/m², cu excepția clădirilor înalte, foarte înalte, a celor cu săli aglomerate, a celor care adăpostesc persoane care nu se pot evacua singure.*						

Nivelul de stabilitate al structurii la foc este determinat de elementul cu cea mai defavorabilă încadrare și va fi precizat în proiect. [7]

6. Temperatura critică

Temperatura critică pentru un element structural din oțel este temperatura din secțiune, pentru care efortul capabil diminuat corespunzător acestei temperaturi este egal cu efortul de calcul rezultat din gruparea accidentală pentru situația de proiectare la incendiu.

Conform SR EN 1993-1-2 temperatura critică a oțelului carbon poate fi determinată la timpul t=0 pentru orice grad de utilizare, cu următoarea relație:

$$\theta_{a,cr} = 39{,}19 \cdot ln\left[\frac{1}{0{,}9674 \cdot \mu_0^{3{,}833}} - 1\right] + 482 \quad (1)$$

Pentru o abordare accesibilă, gradul de utilizare μ_0 pentru elementele cu secțiune clasa 1, 2 sau 3 și pentru cele întinse, se poate determina ca raportul dintre efortul de calcul produs de încărcări în situația de incendiu și efortul capabil corespunzător elementului de oțel pentru calculul al acțiunea focului, la timpul t=0. [9] Pentru celelalte situații, temperatura critică ar trebui determină printr-un proces iterativ, așa cum se va exemplifica în studiul de caz. [8]

Alternativ, gradul de utilizare μ_0 se poate determina acoperitor cu relația:

$$\mu_0 = \eta_{fi}[\gamma_{M,fi}/\gamma_{M0}] \quad (2)$$

unde: ; η_{fi}- factor de reducere; $\gamma_{M,fi}$= γ_{M0}=1,0 - coeficienți parțiali de siguranță

$$\eta_{fi} = \frac{G_k + \psi_{fi} \cdot Q_{k,1}}{\gamma_G \cdot G_k + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1}} \quad (3)$$

unde: G_k - valoarea caracteristică a încărcării permanente; $Q_{k,1}$ – valoarea caracteristică a încărcării variabile principale; γ_G – coeficient parțial de siguranță pentru încărcări permanente, $\gamma_{Q,1}$ – coeficient parțial de siguranță pentru acțiunea variabilă 1, ψ_{fi} – coeficient de combinație al încărcărilor [9]

Pentru structurile portante de construcţii, uzuale, factorul de reducere a nivelului încărcării de proiectare în situaţia incendiului se poate considera acoperitor:

- η_{fi}=0,65 (structuri oțel pentru categoria încărcărilor A÷D) [2]

Valori centralizate ale temperaturi critice care țin cont de relația (1) sunt puse la dispoziție în SR EN 1993-1-2, paragraful 4.2.4:

Tabel 2. Temperatura critică în funcție de μ_0 [9]

μ_0	$\theta_{a,cr}$	μ_0	$\theta_{a,cr}$	μ_0	$\theta_{a,cr}$
0,22	711	0,42	612	0,62	549
0,24	698	0,44	605	0,64	543
0,26	685	0,46	598	0,66	537
0,28	674	0,48	591	0,68	531
0,30	664	0,50	585	0,70	526
0,32	654	0,52	578	0,72	520
0,34	645	0,54	572	0,74	514
0,36	636	0,56	566	0,76	508
0,38	628	0,58	560	0,78	502
0,40	620	0,60	554	0,80	496

Abordarea uzuală, foarte simplificată, care conduce la valori ale temperaturii critice de aproximativ 540°C, asa cum se arată mai sus, are totusi restricțiile menționate în 4.2.4(4) din SR EN 1993-1-2 : această simplificare este potrivită doar pentru elementele întinse și pentru grinzi la care flambajul prin încovoiere-răsucire nu este un mod de cedare. [9]. De aceea, în studiul de caz s-a determinat temperatura critică prin metode specifice, tinând cont de tipul de solicitare și încărcările specifice fiecărui element care rezultă din combinarea încărcărilor în gruparea accidentală.

7. Studiu de caz

Pentru dimensionarea protecției la foc în cazul consolidării metalice alese, se va calcula temperatura critică și factorul de secțiune, pe baza cărora se va alege o grosime necesară de protecție la foc în funcție de cerința impusă pentru criteriul R.

Temperatura critică pentru toate elementele metalice ale consolidării a fost determinată folosind modulul de verificarea rezistenței la foc din programul SCIA Engineer. Modulul face

verificări ale rezistenței la foc și determină temperatura critică tinând cont de caracteristicile de material modificate corespunzător temperaturii. [10] De asemenea, pentru stâlpul central, supus doar la compresiune, s-a prezentat și procesul iterativ care conduce la determinarea temperaturii critice prin metode clasice; în felul acesta s-au comparat cele două metode între ele, ajungând la concluzia conform căreia rezultatele prin cele două metode teoretice de verificare sunt similare.

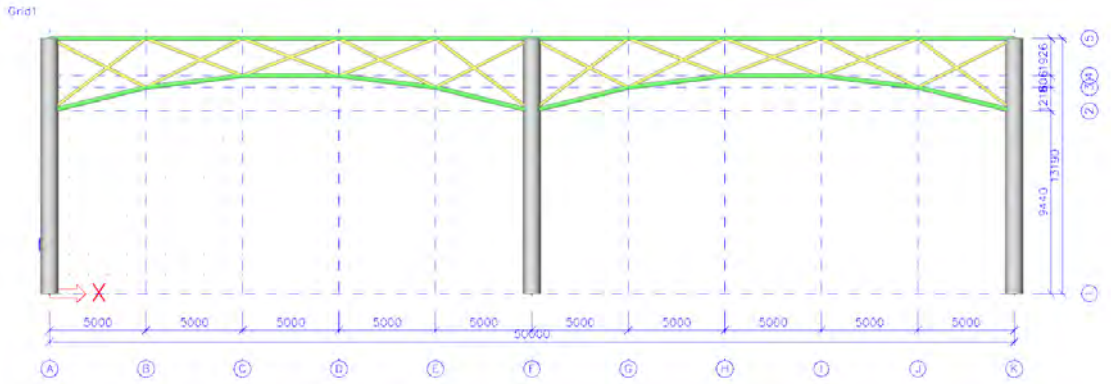
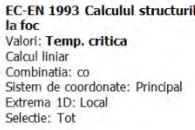


Figura 1. Consolidarea metalică introdusă în programul SCIA Engineer



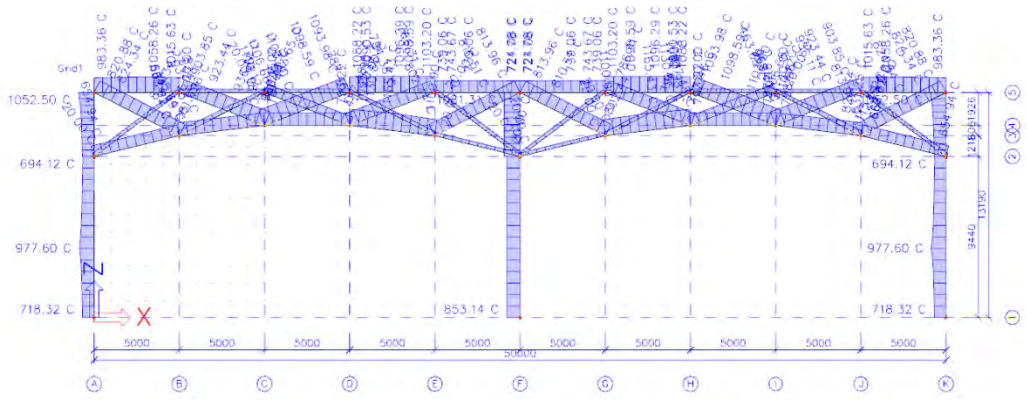


Figura 2. Rezultate obținute – Temperatura critică

Se observă faptul că, pentru stâlpii marginali, care preiau atât efort axial, cât și moment încovoietor, programul a determinat valori ale temperaturii critice de aproximativ 694°C, iar pentru stâlpul central supus doar la efort axial, s-a obținut o valoare a temperaturii critice mai ridicată, de 853°C. De asemenea, elementele fermei au valori ridicate ale temperaturii critice, respectiv între 700-1000°C.

<u>Calcul iterativ al temperaturii critice pentru stâlpul central solicitat la compresiune</u>

Se propune temperatura de 400°C

$k_{y\theta} = 1{,}0$ unde $k_{y\theta}$ este factor de reducere a limitei de curgere a oțelului

$k_{E\theta} = 1{,}0$ unde $k_{E\theta}$ este factor de reducere a modulului de elasticitate a oțelului

$$\overline{\lambda_\theta} = \bar{\lambda}\left[k_{y\theta}/k_{E\theta}\right] = 0{,}982\sqrt{\frac{1}{0{,}7}} = 1{,}17 \qquad (4)$$

unde: $\bar{\lambda}$ - zvelteţea adimensională; $\overline{\lambda_\theta}$ - zvelteţea adimensională pentru temperatura Θa

$$\alpha = 0{,}21 \; pentru \; curba \; a \; de \; flambaj$$

$$\varphi_\theta = 0{,}5\left(1 + \alpha \cdot \overline{\lambda_\theta} + \overline{\lambda_\theta}^2\right) = 0{,}5\,(1 + 0{,}21 \cdot 1{,}17 + 1{,}17^2) = 1{,}31 \quad (5)$$

unde: α - factorul de imperfecțiune; φ_θ - coeficient

$$\chi_{fi} = \frac{1}{\varphi_\theta + \sqrt{\varphi_\theta{}^2 - \overline{\lambda_\theta}^2}} = \frac{1}{1{,}31 + \sqrt{1{,}31^2 - 1{,}17^2}} = 0{,}53 \quad (6)$$

unde: χ_{fi} - coeficient de flambaj prin încovoiere

În funcție de tipul de solicitare al elementului, pe baza relațiilor din SR EN 1993-1-2 secțiunea 4.2.3 se determină efortul capabil al elementului ținând cont de diminuarea proprietăților de rezistență și deformație pentru temperatura propusă.

$$N_{b,fi,t,Rd} = \chi_{fi} \cdot A \cdot k_{y\theta} \cdot f_y / \gamma_{M,fi} \quad (7)$$

unde: $N_{b,fi,t,Rd}$ - forța axială capabilă la flambaj, f_y – limita de curgere a oțelului

$$N_{max} = 0{,}53 \cdot 45138 \cdot k_{y\theta} \cdot 355$$

$$N_{max} = 610800 \; N$$

$$k_{y\theta} = \frac{610800}{0{,}53 \cdot 45138 \cdot 355} = 0{,}072$$

$$800 - 900 \; \ldots\ldots\ldots\ldots \; 0{,}060 - 0{,}110$$

$$x \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \; 0{,}072 - 0{,}110$$

$$x = 100 \cdot \frac{0{,}110 - 0{,}072}{0{,}110 - 0{,}060} = 76 \quad \rightarrow Temperatura \; critică \; de \; 876°C$$

Temperatura critică rezultată din calculul cu ajutorul metodei analitice corespunde cu cea rezultată din programul SCIA Engineer.

Dimensionarea protectiei la foc

Determinarea factorului de secțiune A_m/V s-a făcut conform SR EN 1993-1-2:

$$\frac{A_m}{V} = \frac{perimetru}{arie \; secțiune} = \frac{2 \cdot \pi \cdot 449}{\pi \cdot 449^2 - \pi \cdot 433^2} = 62{,}49 \; m^{-1} \quad (8)$$

S-a calculat grosimea minimă necesară a protecției la foc, pentru stâlpul marginal, elementul structural cu temperatura critică cea mai redusă. Pentru protecția la foc s-au analizat două tipuri de produse pentru structuri metalice.

Tabel 3. Grosimea stratului de protecție pentru produsul de tip vopsea intumescentă

Grosimea stratului de protecție (mm)	540 °C	690 °C
Nivel stabilitate la foc	Temperatura critică	
II (R120) / III (R60)	**2,000 / 1,989**	**1,989 / 1,989**





Figura 3. Produsul de tip vopsea intumescentă destinat protecției la foc [11]

Tabel 4. Grosimea stratului de protecție pentru produsul de tip mortar

Grosimea stratului de protecție (mm)	540 °C	690 °C
Nivel stabilitate la foc	Temperatura critică	
II (R120) / III (R60)	**17,64 / 11,69**	**11,69 / 11,69**
Grosimea stratului a fost ajustată cu coeficientul 1+(Am/V)/1000 specific secțiunilor închise cu factor de secțiune mai mic de 250		

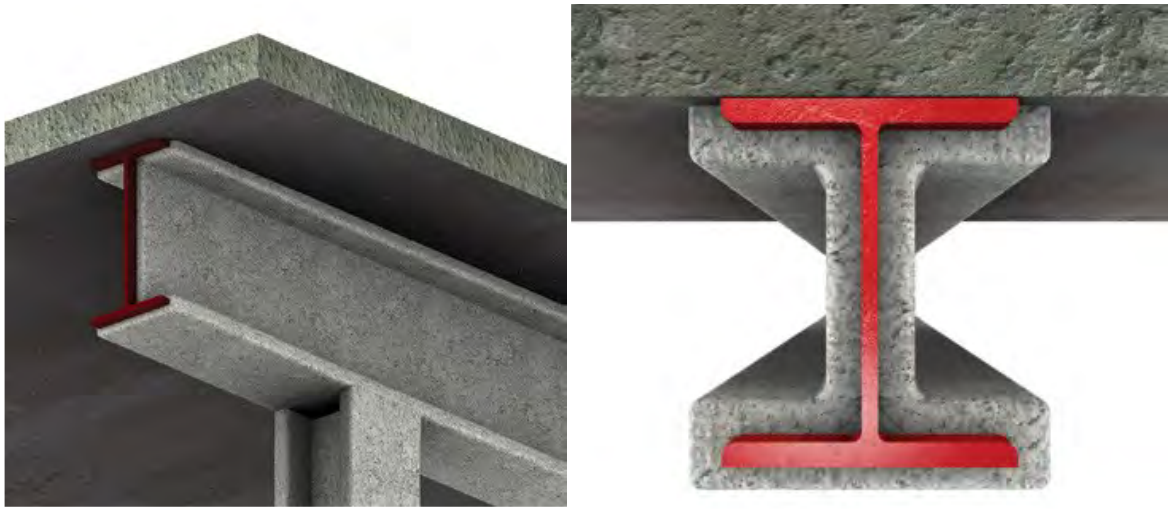


Figura 4. Produs de tip mortar destinat protecției la foc [11]

8. Concluzii

În proiectarea structurilor metalice, securitatea la incendiu joacă un rol important, având în vedere conductivitatea ridicată a oțelului și micșorarea drastică a proprietăților mecanice ale acestuia. Există o mare diversitate de protecții la foc; dimensionarea grosimii protecției este relativ ușoară atâta vreme cât se cunosc temperatura critică, factorul de secțiune și nivelul de stabilitate. O alternativă precisă de determinare a temperaturii critice este utilizarea unui modul de calcul care face un calcul iterativ tinând cont de proprietățile modificate ale materialului așa cum este cel implementat în SCIA Engineer. Metoda analitică de calcul este o metodă laborioasă, care are ca dezavantaj dificultatea aplicării. Am comparat rezultatele obținute pentru un element solicitat doar la compresiune, ajungând la concluzia că temperatura critică calculată cu SCIA Engineer și cea cu metoda clasică iterativă au fost similare ca rezultat.

Se constată că pentru nivelul de stabilitate R120 (un timp de expunere mai ridicat), se va realiza o economie prin determinarea cât mai precisă a termperaturi critice.

Chiar și în cazul structurilor din oțel a căror temperatură critică este foarte ridicată, este recomandat să se utilizeze o protecție minimă împotriva incendiului pentru a reduce o creștere a temperaturii în timpul incendiului și reducerea costurilor de reparații ulterioare, chiar dacă structura nu ajunge la colaps.

BIBLIOGRAFIE

1. Bursac M., Kostic S.M., *An efficient model for 3D analysis of steel frames exposed to fire*, Computers & Structures, Volume 297, 1 July 2024
2. http://server.ce.tuiasi.ro/~ddiaconu/download/FOC/A_Prelegerea%207%20STABILITATEA%20LA%20FOC%20A%20STRUCTURILOR.pdf
3. https://www.promat.com/ro-ro/constructii/noutati/39721/alegere-tip-protectie-antifoc-structuri-otel/
4. http://server.ce.tuiasi.ro/~ddiaconu/ISIC.html
5. https://www.promat.com/ro-ro/constructii/produse-sisteme/
6. Norme generale de prevenire şi stingere a incendiilor aprobate prin Ordinul nr. 775 din 22 iulie 1998, Monitorul Oficial partea I, nr. 348 din 09.10.1998, Bucureşti, 1998
7. Normativ de siguranţă la foc a construcţiilor indicativ P 118/1999, IPCT, Bucureşti, 1999
8. Mirela Popa – Calculul structurilor la foc (note de curs)
9. Eurocode 3: Proiectarea structurilor din oțel, Partea 1-2, Reguli generale, Calcul structurilor la foc, SR EN 1993-1-2
10. https://www.scia.net/en/support/tutorials-manuals
11. Promat Handbook Fire Protection of Load-bearing Steel Structures - https://media.promat.com/pi704519/original/1054020007/structural-steel-protection-handbook-promat-see-en-2024-01

APLICAREA METODEI DIFERENȚELOR FINITE ÎN REZOLVAREA PLĂCILOR PLANE

Autor/autori
Raluca C. CRĂCIUN[1*], Aurel ISIP[2], Maria A. DEAC[3]
[1]*Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Cluj Napoca, ralucacraciun99@yahoo.com*
[2]*Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Cluj Napoca, aurelisip@gmail.com*
[3]*Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Cluj Napoca, deacalexandra192@yahoo.com*

Îndrumător/îndrumători
Conf. Dr. Ing. Mihai NEDELCU
Șef lucr. Dr. Ing. Teodora BESOIU
Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Cluj Napoca
mihai.nedelcu@mecon.utcluj.ro
Teodora.BESOIU@mecon.utcluj.ro

REZUMAT: *Lucrarea constă în dezvoltarea unei aplicații de calcul structural a plăcilor plane dreptunghiulare sub acțiunea sarcinilor transversale uniform distribuite prin intermediul Metodei Diferențelor Finite. Se alege ca necunoscută principală funcția deplasărilor verticale w(x,y). Lucrarea prezintă un studiu de convergență care stabilește discretizarea optimă în funcție de calitatea rezultatelor și timpul de analiză. Aplicația dezvoltată în Matlab permite analiza liniară a plăcilor plane dreptunghiulare cu diverse condiții de rezemare pe contur și diferite valori ale raportului între laturi (b/a). Rezultatele obținute numeric cu Metoda Diferențelor Finite sunt comparate cu cele obținute analitic cu metoda seriilor simple și duble trigonometrice (soluția Levy și soluția Navier), precum și cu cele obținute cu ajutorul unui program de calcul structural bazat pe Metoda Elementelor Finite (Robot Structural Analysis).*

Cuvinte cheie: Matlab, Metoda Diferențelor Finite, Metoda Elementelor Finite, plăci plane.

1. Introducere

Metoda Diferențelor Finite reprezintă o modalitate de abordare numerică a rezolvării ecuațiilor diferențiale prin sisteme de ecuații algebrice, bazată pe aproximarea derivatelor parțiale cu ecuațiile diferenței finite în puncte discrete. Metoda este utilizată în domeniul ingineriei civile inclusiv in studiul plăcilor plane, furnizând informații legate de starea de deplasare, starea de deformație și starea de tensiune a acestora. Aproximările ecuațiilor diferențiale corespund unei rețele de puncte obținute prin discretizarea întregului corp în subintervale definite prin distanțe Δx și Δy pe ambele direcții conform figurii de mai jos. [1]

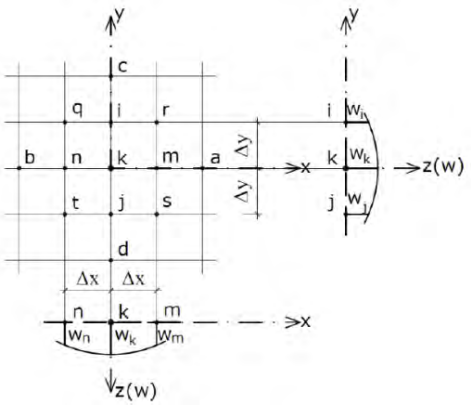


Figura 1. Rețea de puncte în care este discretizată placa.

Găsirea soluțiilor reprezintă rezolvarea ecuației diferențiale de ordin IV liniară și neomogenă, a plăcilor plane acționate transversal:

$$\nabla^4 w = \frac{p}{D} \tag{1}$$

Unde: w - deplasarea transversală;
p - intensitatea sarcinii uniform distribuite;
D – rigiditatea la încovoiere a plăcii ($D = \frac{Eh^3}{12(1-\mu^2)}$).
∇^4 - operator biarmonic (care conține derivatele parțiale de ordinul IV).
Derivatele parțiale de ordinul I și II ale funcției deplasării w(x,y) se scriu în diferențe finite astfel [2]:

$$\left.\frac{\partial w}{\partial x}\right|_k = \frac{w_m - w_n}{2\Delta x}; \qquad \left.\frac{\partial w}{\partial y}\right|_k = \frac{w_i - w_j}{2\Delta y}$$

$$\left.\frac{\partial^2 w}{\partial x^2}\right|_k = \frac{w_m - 2w_k + w_n}{\Delta x^2}; \qquad \left.\frac{\partial^2 w}{\partial y^2}\right|_k = \frac{w_i - 2w_k + w_j}{\Delta y^2} \tag{2}$$

$$\left.\frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y}\right|_k = \frac{\partial}{\partial y}\left(\left.\frac{\partial w}{\partial x}\right|_k\right) = \frac{\left.\frac{\partial w}{\partial y}\right|_m - \left.\frac{\partial w}{\partial y}\right|_n}{2\Delta x} = \frac{w_r - w_s - w_q + w_t}{4\Delta x \Delta y}$$

Prin derivare succesivă se obține ecuația cu derivate parțiale a plăcilor plane (1) scrisă în diferențe finite sub forma ecuației (3) pentru $\Delta x = \Delta y = \Delta$, iar operatorul biarmonic poate fi scris sub formă de moleculă, ilustrată în figura 2 [2].

$$20w_k - 8(w_m + w_n + w_i + w_j) + 2(w_r + w_s + w_q + w_t) + w_a + w_b + w_c + w_d = \frac{p\Delta^4}{D} \tag{3}$$

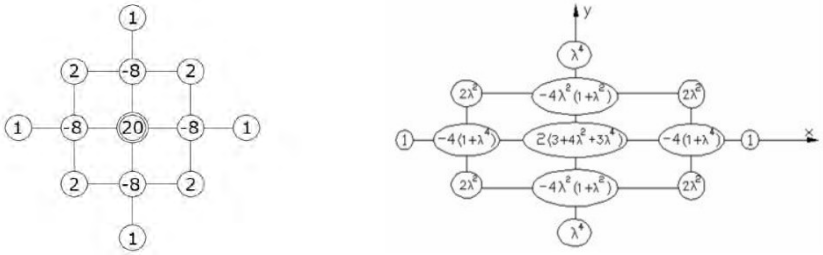


Figura 2. Molecula de calcul, a) cazul $\Delta x = \Delta y = \Delta$; b) cazul $\Delta x \neq \Delta y$ ($\lambda = \Delta x / \Delta y$).

Pentru aflarea necunoscutelor, și anume deplasările nodurilor interioare, rețeaua se consideră prelungită în afara conturului plăcii. Legătura dintre punctele interioare si exterioare ale rețelei este dată de condițiile de contur corespunzătoare celor 3 cazuri de rezemare (prezentate în Figura 3):

a) *Cazul laturii încastrate* - deplasarea transversală și rotirea sunt nule:

$w_m = 0\ (w_r = w_s = 0);\ \left.\frac{\partial w}{\partial x}\right|_m = \frac{w_a - w_k}{2\Delta} = 0 \rightarrow w_a = w_k;$

b) *Cazul laturii simplu rezemate* - deplasarea și momentul încovoietor sunt nule:

$w_m = 0\ (w_r = w_s = 0);\ M_x|_m = 0, M_x = -D\left(\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \mu\frac{\partial^2 w}{\partial y^2}\right) \rightarrow \left.\frac{\partial^2 w}{\partial x^2}\right|_m = \frac{w_a - 2w_m + w_k}{\Delta^2} = 0 \rightarrow w_a = -w_k;$

c) *Cazul laturii libere* – momentul încovoietor și forța tăietoare generalizată sunt nule:

$$M_x|_K = 0 \rightarrow \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \mu \frac{\partial^2 w}{\partial y^2}\Big|_k = 0 \rightarrow w_m - 2(1+\mu)w_k + w_n + \mu(w_i + w_j) = 0;$$

$$R_x|_K = 0 \rightarrow \frac{\partial^3 w}{\partial x^3} + (2-\mu)\frac{\partial^3 w}{\partial x \partial y^2}\Big|_k = 0 \rightarrow w_a - 2(3-\mu)(w_m - w_n) + (2-\mu)(w_r + w_s - w_q - w_t) - w_b = 0.$$

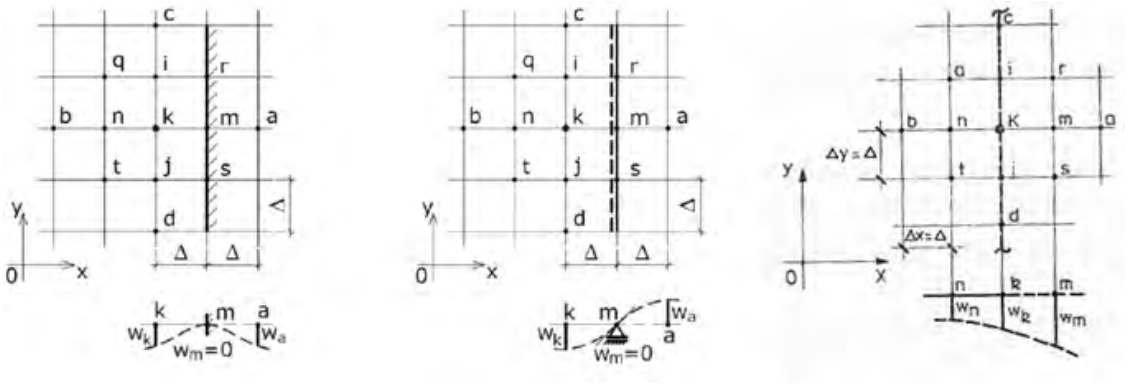


Figura 3. a) Cazul laturii incastrate; b) Cazul laturii simplu rezemate; c) Cazul laturii libere.

2. Studiu de caz.

2.1 Dezvoltarea aplicației în Matlab

Pentru plăcile plane cu laturi simplu rezemate sau încastrate, algoritmul utilizat în Matlab presupune formarea matricei cu numărul de elemente egal cu numărul de noduri interioare rezultat în urma raportului laturilor plăcii și discretizarea aleasă, plus 1. Astfel aplicația generează automat matricea nodurilor interioare pentru orice lungime și lățime a plăcii plane. Următorul pas presupune implementarea condițiilor de contur, care diferă în funcție de modul de rezemare. În cazul simplei rezemări și a încastrării, deplasările pe contur vor fi zero, așadar matricei nodurilor interioare i se vor atribui două linii și două coloane cu toate elementele zero. În ceea ce privește Metoda Diferențelor Finite, rețeaua de puncte trebuie extinsă fictiv în exterior cu două linii și două coloane pentru a se putea forma ecuația cu derivate parțiale a plăcilor plane. Valorile nodurilor exterioare vor rezulta din modul de rezemare ales, în cazul simplei rezemări nodul exterior va fi egal cu minus valoarea nodului interior, iar pentru încastrare, nodul exterior va fi egal cu cel interior. Astfel programul generează încă un set de două linii și coloane zero pentru a se putea introduce condițiile de contur, scrise în program sub formă de structuri „if-else” pentru fiecare latură a plăcii, ca în cazul în care modul de rezemare de pe o latură se va schimba, matricea să se modifice automat. În continuare programul formează matricea coeficienților moleculei, a cărei dimensiuni se modifică în funcție de matricea nodurilor interioare cu condițiile de contur. Atribuirea coeficienților se realizează prin structuri „if-else”, în funcție de poziționarea coeficienților în molecula de calcul. Determinarea deplasărilor corespunzătoare nodurilor interioare ale plăcii se realizează prin înmulțirea inversei matricei coeficienților cu matricea coloană a termenilor liberi a cărei elemente sunt egale cu intensitatea sarcinii uniform distribuite în raport cu rigiditatea la încovoiere a plăcii.

Pentru cel de-al treilea caz de rezemare (Figura 3.c), aplicația dezvoltată în Matlab vizează abordarea deplasărilor în cazul existenței unei laturi libere. Conform teoriei, pe latura liberă a plăcii plane vor exista deplasări, așadar încă un set de necunoscute. Datorită faptului că aplicarea moleculei de calcul în toate punctele interioare și de pe capătul liber nu va mai genera suficiente ecuații, se va introduce un set de ecuații suplimentare în fiecare punct de pe latura liberă, obținându-se astfel un sistem cu număr egal de ecuații și necunoscute. Pentru obținerea matricei coeficienților se vor forma în prima etapă alte două matrice, prima rezultând prin

aplicarea moleculei de calcul în nodurile interioare, inclusiv cele de pe capătul liber, în mod identic cu celelalte cazuri. Cea de-a doua corespunde ecuațiilor suplimentare pentru punctele de pe latura liberă, câte două pentru fiecare nod și rezultă într-un mod similar cu cea anterioară, prin structuri „if-else”. Matricea finală a coeficienților se va forma prin concatenarea pe verticală a celor două matrice, urmând soluționarea sistemului în același mod cu celelalte cazuri de rezemare.

Pentru validarea rezultatelor furnizate de programul realizat in Matlab s-a ales modelarea plăcilor în programul ROBOT care are ca metodă de rezolvare Metoda Elementelor Finite. S-au generat plăci de diferite dimensiuni, materialul utilizat pentru cazurile prezentate având modulul de elasticitate E=3000 MPa si coeficientul lui Poisson μ=0.3. Pentru obținerea unor rezultate cât mai exacte s-a ales discretizarea cât mai în elemente finite de mici dimensiuni (între 0.1m și 0.5m). Încărcarea a fost aplicată uniform pe toată suprafața plăcii, iar rezemarea plăcilor a fost realizată cu reazeme liniare pe tot conturul acesteia. Unitățile de măsură în care s-a lucrat sunt [m] și [kN].

2.2 Verificarea si validarea rezultatelor aplicației dezvoltate în Matlab

Studiul de caz se va realiza pe plăci plane cu raportul b/l=1.00 si b/l =1.50, unde b - lungimea plăcii și l – lățimea, iar grosimea plăcii este constantă h=0.15m.

Se vor aborda toate tipurile de rezemare ale plăcii prezentate în introducere. Realizarea studiului de convergență prevede aproximarea cât mai exactă a discretizării la care valorile deplasărilor transversale maxime ale plăcilor plane considerate în studiu se stabilizează. Comparația și validarea rezultatelor se va realiza cu ajutorul soluțiilor obținute cu seriile simple și duble trigonometrice (Levy și Navier) și cu rezultatele obținute prin modelare structurală în Robot. În cele ce urmează se vor prezenta toate cazurile studiate.

2.2.1. Cazul raportului b/l = 1.00, două laturi opuse ale plăcii sunt încastrate și celelalte două laturi simplu rezemate, iar Δx = Δy.

```
l=6; %lungimea placii (metri)
b=6; %latimea placii (metri)
dx=0.1; %discretizarea (metri)
nc=l/dx-1; %nr coloane
nr=b/dx-1; %nr randuri
m=nr*nc; %nr nodurilor interioare
p=20; %incarcarea distribuita (kN/mp)
E=30000000; %modul de elasticitate (kN/mp)
h=0.15; %grosimea placii (metri)
u=0.3; %coeficientul Poisson
```

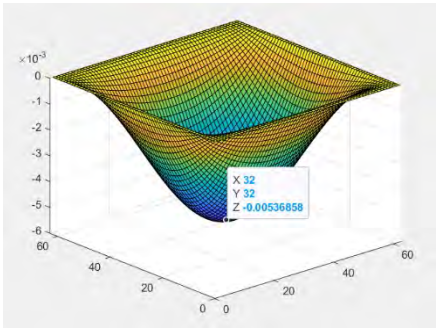


Figura 4. Cazul în care raportul b/l=1.00, iar Δx = Δy. (MATLAB)

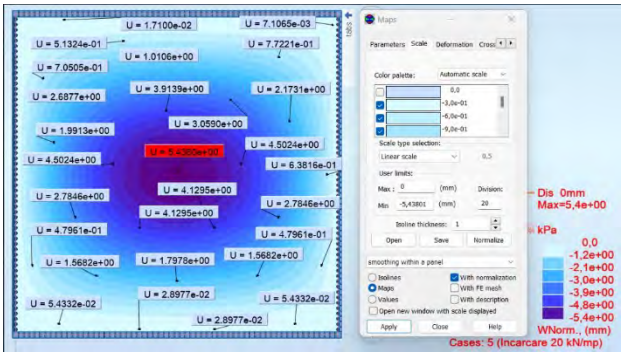


Figura 5. Deplasarea transversală maximă din (ROBOT).

Discretizarea [m]	Wmax Matlab [m]	Seriile simple trigonometrice Levy [m]	Wmax Robot [m]	Eroare Matlab-Levy %	Eroare Matlab-Robot %
0.5	0.001996409	0.0019575	0.001974456	1.948926716	1.099623723
0.4	0.001943731	0.0019575	0.001955597	0.703376817	0.606741285
0.375	0.001962451	0.0019575	0.00196679	0.252268017	0.220617657
0.3	0.001946357	0.0019575	0.001963932	0.569245038	0.894865588
0.25	0.001937511	0.0019575	0.001962923	1.021163144	1.294604539
0.2	0.00193022	0.0019575	0.001962748	1.393588983	1.657219924
0.15	0.001924515	0.0019575	0.001943978	1.685060629	1.001208958
0.1	0.001920423	0.0019575	0.001945259	1.894116154	1.276753813

Figura 6. Compararea deplasării transversale maxime in funcție de dimensiunea discretizării (Matlab vs. Levy și Matlab vs. Robot).

În figura 6 se prezintă analiza de convergență în cazul raportului b/l=1.00. Peste valoarea de 0.5 [m], discretizarea în cazul dimensiunilor alese nu mai este considerată relevantă pentru studiul de față, iar sub valoarea de 0.1 [m], timpul de rulare în aplicațiile considerate este prea mare și diferențele între deplasările maxime sunt nesemnificative. Toate deplasările au fost împărțite cu raportul pl^4/D, pentru a putea realiza comparația cu seriile trigonometrice. Astfel se poate observa că în cazul aplicației dezvoltate in Matlab, valoarea deplasării transversale maxime începe să nu se mai modifice de la o discretizare de 0.2 [m] a plăcii plane, iar la pasul de 0.1 [m] s-a considerat aceeași. Din punct de vedere al erorii la comparația cu seriile simple trigonometrice (Levy), cele mai bune rezultate au fost în cazul discretizării de 0.375 [m]. În Figura 5 se prezintă rezultatele din programul Robot Structural Analysis privind deplasările transversale ale plăcii, în special deplasarea maximă obținută în centrul plăcii.

2.2.2. Cazul raportului b/l = 1.50, două laturi opuse ale plăcii sunt încastrate și celelalte două laturi simplu rezemate.

```
l=6; %lungimea placii (metri)
b=9; %latimea placii (metri)
dx=0.2; %discretizarea (metri)
nc=l/dx-1; %nr coloane
nr=b/dx-1; %nr randuri
m=nr*nc; %nr nodurilor interioare
p=20; %incarcarea distribuita (kN/mp)
E=30000000; %modul de elasticitate (kN/mp)
h=0.15; %grosimea placii (metri)
u=0.3; %coeficientul Poisson
```

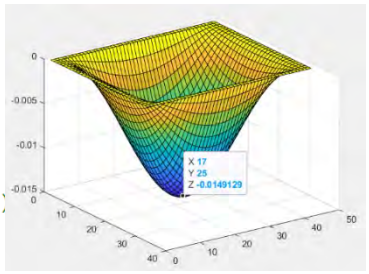


Figura 7. Cazul în care raportul b/l=1.50, iar Δx = Δy. (MATLAB)

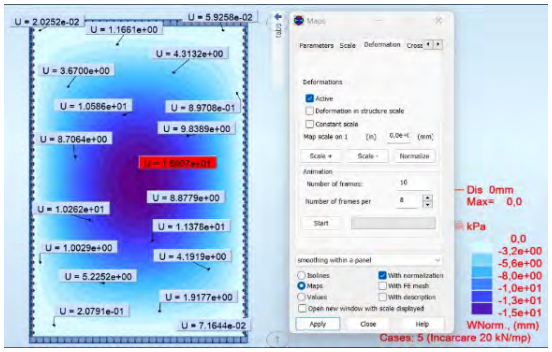


Figura 8. Cazul în care raportul b/l=1.50, iar Δx = Δy. (ROBOT).

Discretizarea [m]	Wmax Matlab [m]	Seriile simple trigonometrice Levy [m]	Wmax Robot [m]	Eroare Matlab-Levy %	Eroare Matlab-Robot %
0.5	0.005401929	0.005376	0.005377855	0.479991524	0.445659948
0.375	0.005369591	0.005376	0.005377855	0.119208591	0.153652745
0.3	0.005354281	0.005376	0.005368411	0.403996735	0.263201732
0.25	0.005345839	0.005376	0.005423106	0.56102945	1.424764518
0.2	0.005334571	0.005376	0.005368089	0.770628201	0.624391934
0.1	0.005329563	0.005376	0.005437665	0.863783201	1.988014025

Figura 9. Compararea deplasării transversale maxime in funcție de dimensiunea discretizării (Matlab vs. Levy și Matlab vs. Robot).

Analiza de convergență prezentată în figura 9 vizează cazul raportului b/l=1.50. Toate deplasările au fost împărțite cu raportul pl^4/D, pentru a face mai relevantă comparația cu seriile

simple trigonometrice (Levy). În ceea ce privește cazul de față, deplasarea a fost considerată stabilizată la pasul de 0.2 [m], deoarece la valori mai mici ale discretizării, diferențele dintre deplasările maxime devin nesemnificative cazului studiat. Din punct de vedere al erorii la comparația cu seriile simple trigonometrice (Levy), cele mai bune rezultate au fost în cazul discretizării de 0.375 [m]. În Figura 8 se prezintă rezultatele din programul Robot Structural Analysis privind deplasările transversale ale plăcii.

2.2.3. *Cazul raportului b/l = 1.50, două laturi opuse ale plăcii sunt încastrate și celelalte două laturi simplu rezemate*, iar Δx ≠ Δy.

```
l=6; %lungimea placii (metri)
b=9; %latimea placii (metri)
dx=0.4; %discretizarea pe Ox (metri)
dy=0.6; %discretizare pe Oy (metri)
nc=l/dx-1; %nr coloane
nr=b/dy-1; %nr randuri
m=nr*nc; %nr nodurilor interioare
p=100; %incarcarea distribuita (kN/mp)
E=3000000; %modul de elasticitate (kN/mp)
h=0.15; %grosimea placii (metri)
u=0.3; %coeficientul Poisson
```

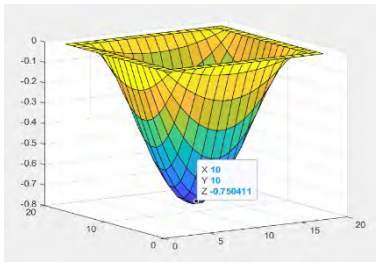


Figura 10. Cazul în care raportul b/l=1.50, iar Δx ≠ Δy. (MATLAB)

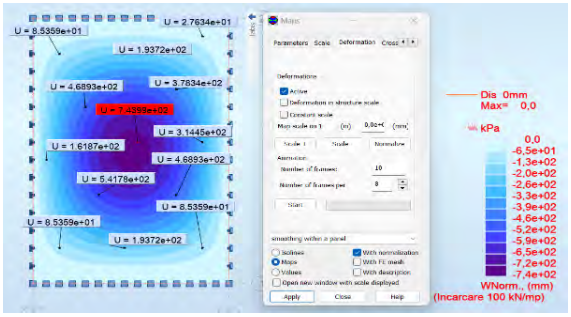


Figura 11. Cazul în care raportul b/l=1.50, iar Δx ≠ Δy. (ROBOT)

Deplasarea maximă dată de soluțiile simple trigonometrice (Levy) pentru o placă cu raportul b/l=1.50, este $w_{max}=0.0053760 \cdot pl^4/D$, iar deplasarea maximă obținută cu ajutorul aplicației din Matlab este $0.0053686 \cdot pa^4/D$, ceea ce exprimă o eroare de 0.14% la comparația cu seriile trigonometrice. Aplicația din Matlab este validată și de programul de calcul structural Robot.

2.2.4. *Cazul raportului b/l = 1.50, toate laturile plăcii sunt simplu rezemate.*

```
l=6; %lungimea placii (metri)
b=9; %latimea placii (metri)
dx=0.2; %discretizarea (metri)
nc=l/dx-1; %nr coloane
nr=b/dx-1; %nr randuri
m=nr*nc; %nr nodurilor interioare
p=20; %incarcarea distribuita (kN/mp)
E=30000000; %modul de elasticitate (kN/mp)
h=0.15; %grosimea placii (metri)
u=0.3; %coeficientul Poisson
```

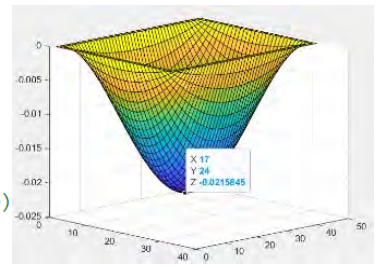


Figura 12. Cazul în care raportul b/l = 1.50, iar Δx = Δy. (MATLAB)

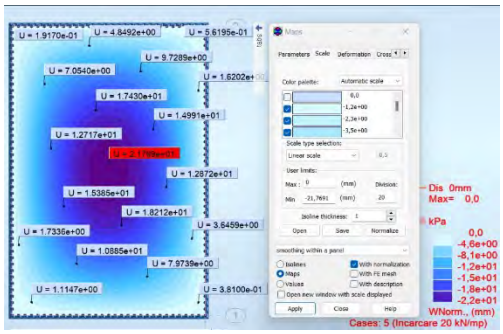


Figura 13. Cazul în care raportul b/l = 1.50. (ROBOT)

Discretizarea [m]	Wmax Matlab [m]	Seriile duble trigonometrice Navier [m]	Wmax Robot [m]	Eroare Matlab-Navier %	Eroare Matlab-Robot %
0.5	0.007729939	0.0077738	0.007737094	0.564211435	0.09246759
0.375	0.007727364	0.0077738	0.007750758	0.597342586	0.301835938
0.3	0.007726183	0.0077738	0.007766963	0.612527697	0.525038342
0.25	0.007725539	0.0077738	0.007853029	0.620810485	1.623446133
0.2	0.007721104	0.0077738	0.007787138	0.67786969	0.84799096
0.15	0.007724574	0.0077738	0.007889051	0.633234667	2.084882561
0.1	0.007724252	0.0077738	0.007925466	0.637376061	2.538838589

Figura 14. Compararea deplasării transversale maxime in funcție de dimensiunea discretizării (Matlab vs. Navier și Matlab vs. Robot).

Analiza de convergență prezentată în figura 14 vizează cazul raportului b/l=1.50. Toate deplasările au fost împărțite cu raportul pl^4/D, pentru a face mai relevantă comparația cu seriile duble trigonometrice (Navier). În ceea ce privește cazul de față, deplasarea a fost considerată stabilizată la pasul de 0.2 [m], deoarece la valori mai mici ale discretizării, diferențele dintre deplasările maxime devin nesemnificative cazului studiat, diferența fiind la zecimala a 8-a. Din punct de vedere al erorii la comparația cu seriile duble trigonometrice (Navier), cele mai bune rezultate au fost în cazul discretizării de 0.5 [m], însă în lucrarea de față discretizarea de 0.5 [m] nu este considerată relevantă din punct de vedere al aplicabilității la plăcile de dimensiunile alese spre studiu. În Figura 13 se prezintă rezultatele din programul Robot Structural Analysis privind deplasările transversale ale plăcii.

2.2.5. *Cazul raportului b/l = 1.00, o latură a plăcii este liberă, latura paralelă cu latura liberă este încastrată, iar celelalte două laturi sunt simplu rezemate.*

```
l=6; %lungimea placii (metri)
b=6; %latimea placii (metri)

dx=0.3; %discretizarea pe Ox (metri)
dy=0.3; %discretizare pe Oy (metri)

p=20; %incarcarea distribuita (kN/mp)
E=30000000; %modul de elasticitate (kN/mp)
h=0.15; %grosimea placii (metri)

u=0.3; %coeficientul Poisson
```

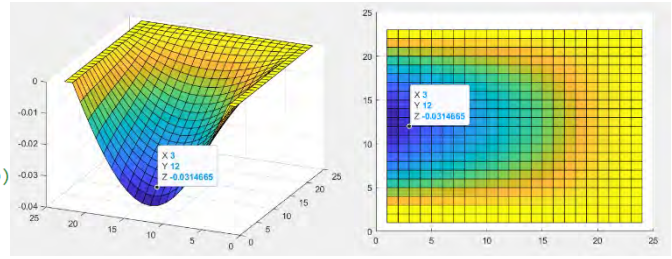


Figura 15. Cazul laturii libere, b/l = 1.00, iar Δx = Δy. (MATLAB)

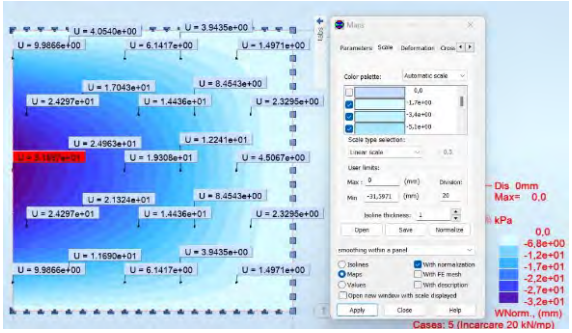


Figura 16. Deplasările transversale pentru cazul laturii libere. (ROBOT)

Discretizarea [m]	Wmax Matlab [m]	Wmax Robot [m]	Eroare Matlab-Robot %
0.5	0.011290923	0.011374234	0.732461341
0.4	0.011211975	0.011217448	0.048790443
0.375	0.01126717	0.011394875	1.120717259
0.3	0.011256045	0.011302763	0.413329071
0.25	0.011249928	0.011436298	1.62963241
0.2	0.01124492	0.011464307	1.913650164
0.15	0.011240986	0.011386576	1.278611685

Figura 17. Compararea deplasării transversale maxime in funcție de dimensiunea discretizării (Matlab vs. Robot).

În ceea ce privește abordarea cazului laturii libere, deplasarea maximă se află pe latura liberă a plăcii. Comparația nu s-a putut realiza între aplicația Matlab și soluțiile în serii trigonometrice, deoarece nu au fost găsite rezultate în literatura de specialitate [1]. În figura 17 este prezentată analiza de convergență pentru stabilizarea deplasării maxime în cazul existenței unei laturi libere. Se poate observa că valoarea deplasării transversale maxime în aplicația dezvoltată in Matlab începe să fie aproximativ la fel de la pasul de discretizare egal cu 0.3 [m], la aceeași valoare a discretizării fiind și cea mai mică eroare la comparația cu programul de modelare structurală Robot. Toate valorile erorilor sunt mai mici de 5%.

3. Concluzii

Pentru studiul plăcilor la care sunt cunoscute condițiile de rezemare și încărcările, rezolvarea problemei se reduce la aflarea deplasării transversale, adică a funcției w(x,y), care este necunoscuta principală. Aceasta poate fi determinată în mod aproximativ cu Metoda Diferențelor Finite sau Metoda Elementelor Finite, iar rezultatele trebuie comparate cu metodele exacte, de exemplu cu seriile simple trigonometrice (Levy) sau duble trigonometrice (Navier).

Lucrarea de față prezinta analiza plăcilor plane sub diverse condiții de rezemare (laturi încastrate, simplu rezemate sau libere) prin dezvoltarea unor aplicații în Matlab ce au la bază Metoda Diferențelor Finite. Au fost realizate analize de convergență în vederea obținerii discretizării optime la care deplasarea maximă a plăcilor plane se stabilizează. Peste valoarea de 0.5 [m], discretizarea în cazul dimensiunilor alese nu a mai fost considerată relevantă pentru studiul de față, iar sub valoarea de 0.1 [m], timpul de rulare în aplicațiile considerate este prea mare și diferențele între deplasările maxime au fost nesemnificative.

Valorile deplasărilor transversale maxime obținute în urma analizelor de convergență considerate, au fost comparate cu seriile simple trigonometrice (Levy), seriile duble trigonometrice (Navier) și cu programul de calcul structural Robot, cu ajutorul cărora s-au obținut rezultate cu o foarte bună acuratețe. Aplicația înregistrează erori sub 5% pentru fiecare caz analizat, ceea ce înseamnă că aplicația dezvoltată în Matlab poate fi utilizată cu încredere în calculul plăcilor plane subțiri rigide.

BIBLIOGRAFIE

1. Marțian, I., *Teoria elasticității și plasticității pentru constructori*, Universitatea Tehnică din Cluj Napoca, 1999.
2. Mihai Nedelcu, Adrian Mircea Ioani, *THEORY OF ELASTICITY*, UTPRESS, Cluj-Napoca, 2014.
3. Nedelcu M., Mociran H., *Metoda elementelor finite*, U.T.PRESS, Cluj-Napoca, 2016.

ANTREPRENORIAT STUDENȚESC ÎN ARHITECTURĂ

Autor/autori

D. DAN
Facultatea de Arhitectură, Universitatea Arhitectură și Urbanism „Ion Mincu”, e-mail: dianadan2002@gmail.com

Îndrumător/îndrumători

Prof. Dr. Arh. E. Ivănescu
Facultatea de Arhitectură, Universitatea Arhitectură și Urbanism „Ion Mincu”, e-mail: emil.ivanescu@oar-bucuresti.ro

REZUMAT:Complexitatea unui proiect arhitectural a crescut odată cu Revoluția Industrială, care aduce cu sine nu doar probleme de cantitate, ci și de eficiență, inclusiv economică. Astfel, arhitectul de azi este nevoit să-și însușească și competențe antreprenoriale, pentru că fără o bună gestionare managerială, valoarea creativă a lucrării va trece foarte probabil pe un plan secund. Având în vedere nevoia unor modele de succes, în prezenta lucrare se va analiza cum se pun în practică acest tip de aptitudini în Marea Britanie, în paralel cu maniera de pregătire în acest sens a studenților din cadrul American Institute of Architecture Students. În continuare, pentru o proiecție în plan național, se va realiza o prezentare a activității Asociației Tomorrow's Architects, ca o posibilă unealtă didactică pentru studenții care doresc să devină antreprenori în domeniul arhitecturii. Acest exercițiu ar putea contribui nu doar la dezvoltarea individuală a unor aptitudini de business, dar și implementarea în mod concret a componentei sociale în afaceri.

Cuvinte cheie: arhitectură, antreprenoriat, studenți, educație.

1.Introducere

Arhitectura obișnuia să fie în trecut rezervată pentru persoanele care se aflau în vârful ierarhiei sociale. Concomitent, până acum 200 de ani 80% din cei 1 miliard de locuitori ai planetei se aflau sub limita sărăciei. [1] Odată cu Revoluția Industrială și extinderea economiei de piață, capitalul s-a mărit, astfel că, în prezent, 9% din totalul de 8 miliarde de persoane au probleme financiare grave. [2] Prin urmare, numărul de oameni a crescut exponențial și implicit a crescut și numărul celor cu venituri semnificative, rezultând noi piețe care se adresează maselor, inclusiv în domeniul arhitecturii.

În ceea ce privește această știință a frumosului, observăm că după încheierea studiilor, un absolvent la arhitectură, care dorește să lucreze în domeniu, se poate angaja în cadrul unei companii, să lucreze pentru un alt arhitect de renume sau, în timp, poate opta pentru a-și conduce propria afacere. Analizând istoric freelancing-ul, am remarcat că un moment în care un număr sporit de persoane s-au dus înspre această direcție a fost criza financiară din 2008, când multe firme de renume au fost nevoite să reducă din personal și astfel, din 2010 numărul de tineri care au fondat un business s-a dublat. [3]

De asemenea, în prezent, există o disponibilitate mult mai mare a informației facilitată prin intermediul tehnologiei, care a creat forme alternative de business, alături de curentul globalist care oferă o vastă acoperire internațională. Un exemplu în acest sens este compania *Airbnb,* fiind printre cele care se dezvoltă cu cea mai mare rapiditate, fără a avea vreo proprietate imobiliară, doar prin intermediul platformelor online. În mod similar, arhitectul Filippo Schiano di Pepe a fondat *CoContest*, o platformă pentru design interior, unde un client cere un anumit proiect și mai mulți arhitecți îl realizează, acesta alegându-l pe cel pe care îl preferă, ducând ideea de competiție în arhitectură dinspre cadrul instituțional, mai aproape, spre cetățeni. [3]

Așadar, se observă că într-un interval de timp relativ scurt, au apărut modificări și abordări noi în ceea ce privește activitatea clasică în domeniul arhitecturii. Prin prezenta lucrare ne propunem să aducem în atenție aceste aspecte, alături de câteva studii de caz respectiv practici la nivel internațional în mediul de afaceri și inclusiv studențesc, care odată îmbrățișate de profesioniștii din România vor fi urmate de beneficii concrete.

2.Studii de caz

2.1 Start-up în Marea Britanie

Arhitectul James Butterworth (J.B.) a fost nevoit să-și înceapă propria afacere după ce a fost concediat de la firma unde lucra, ca urmare a crizei economice din 2008. Inițial, a activat în sectorul comercial, iar după declanșarea crizei a fost nevoit să facă tranziția spre o nouă piață și anume cea rezidențială.

Ideea a venit ca urmare a unor mici proiecte de extindere a locuințelor realizate pentru prieteni, iar ulterior a pus bazele afacerii care s-a dezvoltat pe această nișă. În contextul socio-economic al începutului secolului XXI, oamenii nu dispuneau de sume pentru a-și cumpăra case noi, dar aveau în continuare familii și nevoie de spațiu suplimentar, respectiv de un arhitect care să rezolve aceste probleme.

Astfel, a constat că pe lângă propria profesie, sunt necesare o serie de alte abilități, transformând figura arhitectului într-un personaj mult mai complex decât obișnuia să îl cunoască. Pe cale de consecință, a fost nevoit să învețe să administreze legal și financiar compania, să comunice bine cu clienții și să își promoveze business-ul, dar să rămână în același timp arhitect. Multidisciplinaritatea nu l-a copleșit, dimpotrivă, a constatat că abilitățile antreprenoriale nu sunt neplăcute, ci pigmentează în mod interesant viața de arhitect. Totuși, pentru probleme de specialitate, a fost nevoit să se consulte punctual cu experți, de la avocați, la contabili și așa mai departe.

În ciuda faptului că povestea start-up-ului său a început din necesitatea de a subzista, când situația economică s-a redresat, câțiva ani mai târziu, arhitectul a preferat să continue să își crească firma, în detrimentul întoarcerii la activitatea inițială. [4]

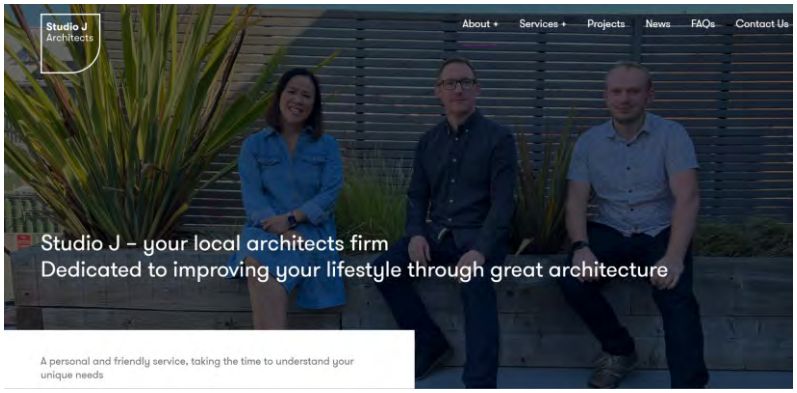


Fig. 1 Site-ul firmei lui J.B. [5]



Fig. 2 Proiect rezidențial al firmei lui J.B. [5]

2.2 American Institute of Architecture Students

Institutul American de Studenți la Arhitectură (AIAS) este o organizație internațională pentru studenții la arhitectură, fondată în 1956. A fost modelată inițial după asociația profesională a Institutului American de Arhitecți (AIA). Asociația publică revista *Crit, Journal of the AIAS* și organizează o conferință internațională pentru studenți și profesioniști numită *Forum*. Organizația joacă, de asemenea, un rol de advocacy prin reprezentarea membrilor săi în diverse instituții profesionale.

Între multele activități pe care aceștia le desfășoară, considerăm că merită o atenție deosebită proiectul *Freedom by design (FBD)* inaugurat în 1999 ca un program de servicii comunitare, care folosește talentele studenților la arhitectură pentru a avea un impact radical asupra vieții oamenilor din comunitatea lor, prin modele modeste de design. Programul susține eforturile de a oferi atât soluții de proiectare - construcție, cât și de implicare a comunității pentru a depăși 5 bariere: fizică, educațională, de mediu, socio-economică și culturală.

Studenții sunt încurajați să se implice în societate, abordând problemele existente cu idei de design precum mici centre educaționale, adăposturi sociale sau grădini comunitare. FBD oferă experiență în lumea reală prin lucrul cu clienții, prin învățarea de la arhitecți și antreprenori locali licențiați și prin experiența impactului practic al arhitecturii și designului.

O astfel de inițiativă poate fi lansată de oricare dintre filiale AIAS în orice perioadă a anului, iar odată ce strategia și echipa este formată, se poate aplica pentru finanțare. În plus, pentru liderii FBD, asociația realizează o conferință anuală la Washington D.C. cu tema leadershipului, pentru a facilita îmbunătățirea managerială a proiectelor.

Astfel de activități și domenii de interes pot constitui și pentru studenții români la arhitectură o sursă de inspirație, dar în special un exemplu de implicare în „viața cetății” din care fac parte, atât la nivel profesional, cât și uman. [6]





Fig. 3 Site-ul AIA [7]

Fig. 4 Activitate în cadrul FBD [7]

2.3 Aplicație, înființarea Asociației Tomorrow's Architects în România

Proiectul pe care l-am realizat începând cu anul 2023 alături de colegii mei, studenți în cadrul Universității de Arhitectură și Urbanism „Ion Mincu”, București, s-a născut din dorința noastră de a învăța maniera în care lucrurile curg în viața reală și a deprinde resursele de a naviga și în instituții, altele decât cele universitare, oferind prin proiecte înapoi puțin din ceea ce noi am primit.

În primă instanță am setat obiectivele asociației, am strâns echipa și, împreună, am îmbunătățit propunerile inițiale, fiecare aducându-și aportul propriu, astfel încât să identificăm problemele reale cu care se confruntă liceeni, viitori candidați la facultatea de arhitectură, actuali studenți și absolvenții. Cu alte cuvinte, am încercat să înțelegem cât de bine putem publicul nostru țintă și să vedem cum putem crea plus valoare, dar și cum poate fi întreaga idee de asociație mai atractivă pentru a stimula și implicarea colegilor în activitatea de organizare.

Ulterior, am realizat demersurile pentru dobândirea personalității juridice și obținerea documentelor financiare și am creat alături de colegii mei imaginea ONG-ului, rețelele sociale, site-ul și template-uri pentru diverse documente.

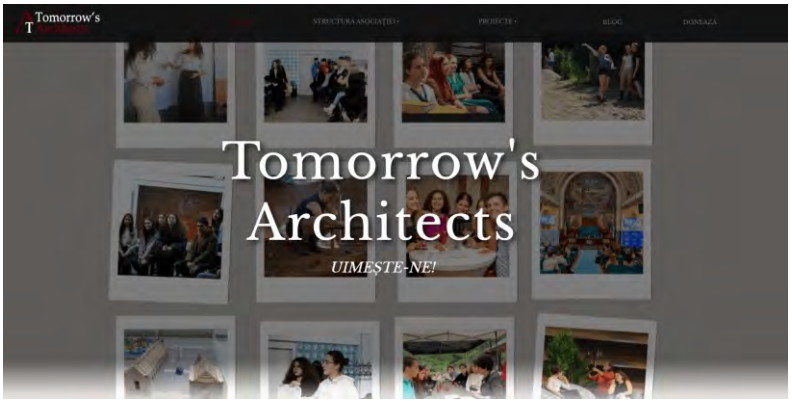


Fig. 5 Site-ul Tomorrow`s Architects [8]

Un exemplu de proiect concret implementat este evenimentul *Reconnect*, care a avut loc la Colegiul Național „Emil Racoviță”, Cluj-Napoca, în septembrie 2023, ocazie cu care ne-am concentrat în special pe problema orientării în carieră. S-au reunit absolvenții liceului și actualii elevi ai școlii, pentru a vorbi despre alegerea domeniului de interes. Nu am dorit o simplă prelegere, ci discuții personalizate pentru fiecare participant, în funcție de problematica sa. Pe lângă bucuria revederii cu foștii profesori și colegi, am găsit răgazul necesar de a propune un proiect de amenajare arhitecturală a laboratorului de chimie existent, a liceului unde am activat.



Fig. 6 Proiectul laboratorului de chimie

Această direcție a fost dezvoltată și înspre subiectul Designului Incluziv, tema Anualei de Arhitectură, București 2023. Cu ocazia implicării noastre în cadrul evenimentului, care a fost o oportunitate semnificativă de networking, am început colaborarea cu instituții profesionale precum Ordinul Arhitecților din România, București, sprijiniți de conducerea și profesorii din cadrul Universității de Arhitectură și Urbanism „Ion Mincu”, București și al Colegiul Tehnic „I. N. Socolescu”. Aceștia au contribuit activ pentru a realiza împreună un concurs deschis elevilor și studenților, care a avut ca temă regândirea amenajărilor din Parcul Tineretului, București pentru a fi mai incluzive. Premiile acordate din partea unor sponsori generoși precum Equitone și ALLBIM s-au împărțit în patru categorii de concurs, iar evenimentul a fost la rândul său premiat de Ordinul Arhitecților din România, București.

Credem că demersurile realizate până în prezent pot constitui un început de drum care se poate transforma într-o afacere în timp, după absolvirea facultății, implicând echipa deja rodată cu ocazia proiectelor descrise și nu numai, care-și propun să se extindă la nivel internațional, inclusiv pe alte tematici.

3. Concluzii

Chiar dacă există diferențe evidente între un ONG și o afacere alături de diferențe culturale, economice, sociale, între o țară și alta, între teorie și practică, între general și a particulariza în domeniul arhitecturii, analizând în paralel studiile de caz expuse putem trage următoarele concluzii:

În cazul modelului start-up-ului din Marea Britanie și al înființării Asociației Tomorrow's Architects (ATA), se pot observa o serie de similitudini. În primul rând, identificarea nișei de

acțiune și înțelegerea acesteia pentru a seta activitatea ulterioară - persoanele afectate financiar cu nevoia concomitentă a extinderii spațiului respectiv viitori și actualii studenți alături de absolvenții facultăților de arhitectură. În al doilea rând, crearea entității care va gestiona proiectele în termeni legali, financiari și online, prin întocmirea actelor necesare și a platformelor de comunicare. În ambele cazuri networkingul este cea mai necesară formă de marketing, dar dacă în cazul firmei scopul este profitul, în cazul asociației scopul este realizarea unor proiecte relevante pentru anume cauze.

Activitățile deja demarate de ATA au potențialul de a se dezvolta într-o direcție asemănătoare cu cea a inițiativelor AIAS, adaptate la contextul și nevoile țării noastre. Astfel, implicarea studenților în lumea arhitecturii și în societate se poate concretiza în programe din ce în ce mai pragmatice și concrete, care să permită explorarea unor domenii noi, dar și să aducă o reală valoare pentru comunitate.

Prin urmare, chiar dacă suntem oameni și este firesc să ne fie teamă că nu vom reuși, totuși exemplele mai sus descrise ne încurajează și ne arată că se poate. De asemenea, credem că inițierea unor cursuri de business în domeniul arhitecturii ar fi o provocare interesantă pentru viitor. Prin deprinderea unor calități antreprenoriale din timpul facultății, studentul poate să își îmbunătățească aptitudinile de organizare, comunicare, management, marketing, să se acomodeze cu dinamica pieței și a legislației și să acumuleze un bagaj de experiențe cu situații extra-teoretice, astfel încât, printr-o bună gestionare a afacerii, să își poată maximiza creația de arhitectură și design deoarece un business calitativ se traduce într-o arhitectură calitativă.

BIBLIOGRAFIE

1. World Poverty Statistics 2024 | Social Income. (n.d.). https://socialincome.org/en/int/world-poverty-statistics-2024
2. The End of Poverty - Human Progress. (2023, March 29). Human Progress. https://humanprogress.org/trends/the-end-of-poverty/
3.Tobias Maescher, The Archipreneur Concept. 1st Ed., archipreneur.com, 2016.
4. Podcast. (2023, March 26). Business of Architecture. https://www.businessofarchitecture.com/podcast/#
5. Studio J - Architect Leeds. (2024, April 22). *RIBA architects in Leeds, Wakefield & Yorkshire | Studio J*. Studio J. https://www.studio-j.co.uk/
6. American Institute of Architecture Students. (2024, April 15). AIAS. https://www.aias.org/
7. AIAS. (2024, April 29). *American Institute of Architecture Students*. https://www.aias.org/
8. Tomorrow's Architects | Acasă. (n.d.). https://www.tomorrowsarchitects.ro/

DIRECȚII ESTETICE ÎN SUSTENABILITATE PENTRU COMUNITĂȚI RESTRÂNSE ȘI, PUNCTUAL, ÎN MEDIUL URBAN

Autor/autori

D. DAN
Facultatea de Arhitectură, Universitatea Arhitectură și Urbanism „Ion Mincu”, e-mail: dianadan2002@gmail.com .

Îndrumător/îndrumători

Prof. Dr. Arh. A.M. GOILAV
Facultatea de Arhitectură, Universitatea Arhitectură și Urbanism „Ion Mincu”, e-mail: anamariagoilav@bunesti.ro

REZUMAT:Problema construcțiilor sustenabile este rezolvată de cele mai multe ori îmbinând tradiția, tehnologia și urbanismul, dar ce fel de estetică reușesc aceste noi unelte ale arhitectului să contureze? Pe fundalul mai degrabă uniform al răspunsurilor și soluțiilor globale la această întrebare se profilează și câteva posibile formulări alternative, precum machetele 1:1 realizate la Școala de la Bunești, un proiect de cercetare prin construire, care caută să valorifice relevanța culturală a resurselor vernaculare. În prezenta lucrare se urmărește documentarea tehnicilor variate de construcție utilizate și a principiilor pe care le relevă acestea. Ulterior, se va efectua o analiză a obiectelor arhitecturale prin prisma celor trei piloni ai sustenabilității: economic, de mediu și social. Astfel, ansamblul realizat în mijlocul unei păduri de către studenți, profesori, artiști și meșteri din țară și de peste hotare, sub coordonarea arhitectului Ana Maria Goilav, se dorește a fi veriga lipsă între înțelepciunea apusă și nevoile de armonizare cu natura din prezent, dar și ca sursă de inspirație pentru viitor.

Cuvinte cheie: sustenabilitate, estetică, școli de vară, arhitectură.

1.Introducere

Sustenabilitatea este dependentă de estetică, aceasta fiind cea care satisface nevoia de bine și frumos a oamenilor și stârnește în ei sentimentul de proprietate, fapt care determină grija față de loc și pe cale de consecință, longevitatea acestuia.

În prezent, arhitectura sustenabilă este un rezultat al mișcării raționaliste, care prevedea un minim spațiu de locuire pentru a rezolva problema cantitativă a numărului crescut de oameni, ridicată de Revoluția Industrială, dar folosind tehnologia ca să obțină control asupra naturii. Astfel, modelele de locuință sustenabilă sunt rezultatul unei asemenea gândiri, care abordează arhitectura cu mai mult pragmatism funcțional și economic decât sensibilitate la nevoile psihologice ale locuitorului și grijă pentru mediul înconjurător. [1]

Mai mult, președinta American Institute of Architects, Susan Maxman, declara că sustenabilitatea ar trebui să fie o atitudine, „doar arhitectură”. Totuși, ar trebui luată în considerare sinteza de contrarii pe care ideea de sustenabilitate o presupune, aceasta fiind

formată din dihotomii de tipul tehnofil și tehnofob, holistic și punctual sau modular și organic. [2]

Prin urmare, noua preocupare pentru natură și direcțiile care trebuie armonizate ridică nevoia unei maniere diferite de a concepe forma astfel încât locuitorul să se simtă în continuare acasă, în ciuda contrastelor mai sus menționate. Câteva dintre caracteristicile unei arhitecturi sustenabile, care au fost observate în diferite studii sunt cele centrate pe relație, pe proces, atente la complexitate și cele care îmbină și contrastează spre unitate. [3]

Astfel, în prezenta lucrare se va cerceta un mod aparte de gândire al construcțiilor, care se distinge oarecum de abordările generale ale sustenabilității. De asemenea, propunem această direcție pentru a găsi o posibilă soluție înspre o arhitectură care nu ar rezolva problema cantitativă, ci pe cea calitativă a clădirilor.

2. Studiu de caz - Școala de la Bunești, jud. Argeș

Confortul este subiectiv, depinzând de factori diverși precum cei culturali, de sănătate sau de tipul de activitate desfășurat, astfel estetica nu poate avea o soluție doar globală, ci și locală. [4] Un posibil început de răspuns în acest caz este studiul care se realizează la Școala de la Bunești, județul Argeș, unde maniera de concepere și realizare a construcțiilor se situează la limita dintre trecut și modern.

Sursa de inspirație pentru edificiile din pădure se relevă din capodopere premoderne, în care materialul de construcție este elementul de plecare, mizând pe o puritate formală și pe punerea în valoare a tehnicilor constructive specifice. Patrimoniul satului românesc este însoțit de influența armeană și siriană în cazul lucrului cu piatra, de cea romană în cazul cărămizii, cea nordică pentru lemn, iar pentru pământ relevante sunt arhitectura mesopotamiană și arabă. Astfel, nu s-a dorit un demers sincretic de tip New Age, ci o rezolvare inedită, No Age. [5]

Chiar dacă procesul de documentare începe la Muzeul Satului, nu se mimează nimic și nu se dorește o inovare cu intenție. Casele țărănești nu sunt interpretate la Bunești, frumusețea lor fiind un element care ține de nemișcarea lucrurilor trecute și chiar dacă se caută liniștea pe care acestea o emană, nu sunt lucrate în aceeași manieră ca acum 100 de ani. Această căutare a liniștii în înțelepciunea sedentarizată în diferite culturi, fac piesele de arhitectură să fie o formulare care se adresează umanității locuitorului și nu doar nevoilor individului.

2.1 Casa de lemn - Casa călăreților

Prima construcție ridicată alături de studenți, asistați de meșteri este Casa de lemn, începută în anul 2008, odată cu întreaga activitate din pădure. Detaliul caracteristic de la care s-a plecat este chertarea în coadă de rândunică, aceasta fiind reinterpretată și alterată pentru a fi pusă în operă prin mărirea pasului chertării astfel încât grinzile să nu se suprapună complet.

Ideea de monostructură, prezentă în diferite ipostaze la Bunești, s-a concretizat prin liberatatea lăsată materialului de a se exprima de la cele mai mici detalii precum cuie și scara de lemn, la pereți și fundații. Prin retrageri succesive, pereții continuă spre alcătuirea șarpantei, într-o formă simetrică, materialul definind astfel întreaga structură. Lemnul unifică planurile

orizontale și verticale, fapt care determină un aspect de ansamblu sculptural, minimal și confortabil prin coerență. [5]



Fig. 2 Detaliu casa de lemn [6]

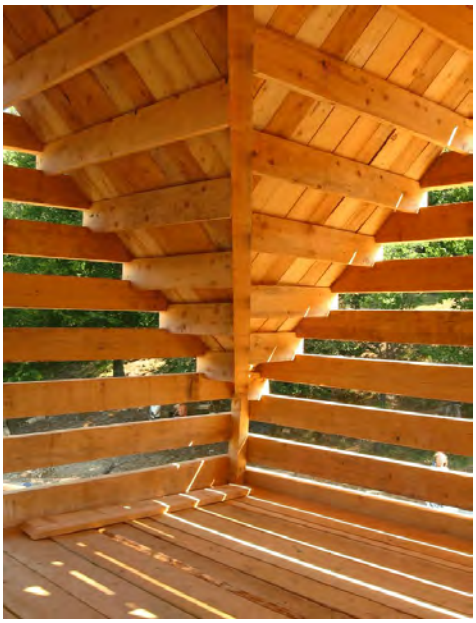


Fig. 1 Casa de lemn [6]

2.2 Casa de pământ - Casa studenților

În capătul opus al câmpiei, *planul liber* al lui Le Corbusier a fost reinterpretat într-o formă circulară arhetipală, realizată din pământ și lemn. S-a lucrat în paralel la construirea structurilor din lemn și chirpici, acoperirea ansamblului cu șiță în trei straturi fiind realizată concomitent cu așezarea primelor cărămizi de chirpici, alcătuite din pământul săpat pentru fundație, care a fost utilizat și în compoziția tencuielilor.

Unicitatea și caracteristicile diferite ale materialelor sunt subliniate de faptul că structurile nu se ating niciodată, fiecare fiind lăsate să metabolizeze schimbările vremii în mod propriu. Spațiul circular, cu camere pe perimetrul cercurilor concentrice, fără a fi constrâns de elemente structurale, rezultă o serie de camere care sunt folosite drept dormitoare și pe axul central, o capelă. [5]

Pereții Casei studenților sunt printre puținii de la Bunești care folosesc altă culoare decât cea a propriului material, anume albastru. Plasarea atentă pe sit, dar și sub cer, pe un plan circular, dar și utilizând nuanța cerului, alături de pavajul radial din pietre de râu, fac din curtea interioară a construcției un microcosmos care poate fi interpretat și reinterpretat de cel care o parcurge.



Fig. 3 Casa de pământ [7]

2.3 Casa de cărămidă - Trapeza

La fel ca în clădirile mai sus menționate, și în cazul Trapezei, *form follows structure*. Aceasta a fost realizată folosind modularitatea unei cărămizi, realizată special pentru proiect de un meșter din Domnești, modul care a dictat atât dimensiunile clădirii în sine, cât și mobilarea sa, anume masa și scaunele interioare.

Unica tehnică de zidărie utilizată este de inspirație bizantină, fiind o zidărie ductilă cu o asiză ascunsă în spatele unui rost acoperit cu mortar, astfel întreaga construcție devenind o masă de mortar, cărămida preluând rolul său original. De asemenea, utilizarea cărămizii a cerut crearea unei bolți ca acoperire, acesta fiind un detaliu specific materialului. Bolta autoportantă este realizată după tehnica mesopotamiană, fără cofraj, pe asize pe un plan înclinat. Rezultatul final este un spațiu cu destinația unui loc de luat masa, care denotă serenitate prin predictibilitate dată de utilizarea modulului și prin armonia conturată de proporții specifice. [5]





Fig. 4 Macheta casei de cărămidă la Bienala de la Veneția [8] Fig.5 Casa de cărămidă [6]

Mai departe, revenind la ideea de sustenabilitate, o definiție general acceptată este că este compusă din 3 piloni: social, economic și de mediu. [6] Obiectele de arhitectură din Școala de la Bunești sunt reprezentative pentru aceștia din mai multe considerente. Din punct de vedere economic, locul își propune a pune în funcțiune un circuit economic bazat exclusiv pe resursele locale și energii curate, fapte care se aliniază cu principiile economiei circulare, reducând în mare măsură cantitățile de material risipite. Acest deziderat ar fi atins prin ridicarea unor construcții ca adăposturi pentru diferite animale și tipuri de sere.[9]

Principiul social este atins din prisma dorinței de a consolida o comunitate închegată, numărul persoanelor care se pot restrânge la Bunești fiind un maxim de oameni al căror chipuri le poți reține. În plus, prin implicarea comunității studențești, a meșterilor de pe diverse continente și a locuitorilor din satul apropiat în șantier se conturează legături între persoanele care participă la activități, cu trecuturi atât de diverse. Omul este măsura tuturor obiectelor construite, astfel conturându-se un cadru propice pentru discuții și schimburi de idei.

Din punctul de vedere al componentei de mediu, este favorabilă construcția cu materiale locale, într-o formă cât mai pură, care pot fi refolosite. Ideea de monostructură, de spațiu-structură conduce spre o serie de forme pure, a căror armonie este dată de proporțiile clasice și integrarea lor în sit printr-o așezare cardinală, în lumină, raportă la funcțiunea lor. Această abordare a *less is more,* este favorabilă având un minim impact asupra mediului și o insignifiantă amprentă de carbon.

3. Concluzii

Astfel, observăm cum la Școala de la Bunești tradiția este utilizată ca punct de plecare și nu ca o formă de nostalgie pentru un rezultat sustenabil. Arhitectura nu se rezumă doar la problema calitativă a obiectului arhitectural în sine, ci și a locului, care dictează organizarea șantierului și de care nu se poate face abstracție, iar un următor pas înspre rezolvarea contrastelor sustenabilității ar fi echiparea clădirilor existente [10]. În ciuda faptului că nu se poate discuta despre producerea în masă a unor astfel de piese de arhitectură, cu certitudine poate exista o propagarea a principiilor pe care le înglobează, fie și în parte.

Construcțiile din Școala de la Bunești reprezintă un manifest, sunt dependente de loc, de pădurea unde au fost edificate și de înscrierea lor în anacronism, dar acestea formulează un început de răspuns pentru problema unei estetici a sustenabilității, care ține cont de sensibilitatea omului.

Principiile folosite pot să fie utilizate integral în cadrul comunităților restrânse pentru ridicarea unor noi case sau pentru updatarea celor existente și, punctual, pentru mediul urban, unde construcția pe verticală este imperativă din considerente economice de realizarea a acestora, dar și din nevoia de a nu scoate terenul din circuitul agricol.

Toate aceste aplicații împletite cu gânduri despre frumos au fost apreciate la evenimente internaționale, precum Bienala de la Veneția din anul 2023, împreună constituind încă o confirmare că aceste cercetări se îndreaptă într-o direcție promițătoare, ceea ce ne face și mai încrezători să continuăm astfel de proiecte în viitor.

BIBLIOGRAFIE

1. Phillip James Tabb, A. Senem Deviren, The Greening of Architecture A Critical History and Survey of Contemporary Sustainable Architecture and Urban Design. 1st Ed., Routledge, New York, 2016
2. Katalin Puskas Khetani, Quest for the Aesthetics of Sustainability and Sustainable Architecture in the Digital Age. Technium, **2**, 5, 172-181 (2020)
3. Aurelija Daugelaite, Indre Grazuleviciute-Vileniske, Aesthetics of Sustainability and Architecture: An Overview. Architecture and Urban Planning, 2020, **16**, 1, 48-55(2020)
4. María Eugenia Molar Orozco, The Role of Architecture to Achieve Well-Being, 1st. Ed., Apple Academic Press, Inc., Burlington, 2023.
5. Ana Maria Goilav, Petre Guran, Acasă, Școala de la Bunești. 1st Ed., Editura Universitară „Ion Mincu”, București, 2017.
6. *Școala de la Bunești – Centru de cercetare în arhitectură, arte plastice și științe umaniste*. (n.d.). https://www.bunesti.ro/
7. *Fotografie realizată de stud. arh. Anca Margo*
8. *Fotografie realizată de dr. arh. Robert Zotescu*
Stephen Siu Yu Lau, Junjie Li, Shimeng Hao, Shuai Lu, Design and Technological Applications in Sustainable Architecture, 1st Ed., Springer, Switzerland, 2021.
9. Ana Maria Goilav, Petre Guran, Acasă la Bunești. Revista Arhitectura, **2**, 1, 40-65(2022).
10. Cristina Victoria Ochinciuc, Arhitectura și schimbarea climatică, 1st. Ed, Editura Universitară „Ion Mincu”, București, 2006.

MATERIALE INOVATOARE: EXPLORÂND PROPRIETĂȚILE BETONULUI CU SCOICI ÎN COMPOZIȚIE

Autori
Maria Letizia DALL'ARA [1*], MariaCUCU, [2] AlexandraDAVID[3]
[1]*Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca., mletizia323@gmail.com*
[2]*Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, maria.mc.cucu@gmail.com*
[3]*Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, davalexa1302@gmail.com*

Îndrumător
Sef Lucrări Dr. Ing. Luminița Monica PLEȘA[4]
[4]*Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, luminita.molnar@ccm.utcluj.ro*

Rezumat: *Betonul și mortarul sunt materiale esențiale în domeniului construcțiilor, dar procesul lor de fabricare se bazează pe exploatarea resurselor naturale, având un factor ridicat de poluare și degradare a ecosistemelor. În vederea rezolvării acestei probleme, această lucrare se concentrează pe înlocuirea agregatelor cu deșeuri rezultate din industria alimentară și anume scoicile provenite din sectorul gastronomic, în vederea reciclării materiilor prime. În lucrarea elaborată mai jos se prezintă o analiză comparativă dintre un mortar obișnuit și unul ce conține deșeuri de scoici, respectiv un beton obișnuit de clasă C25/30 cu un beton ce are în compoziția sa scoici reciclate. În aceasta analiză comparativă se va studia comportamentul materialelor în urma înlocuirii unui procent din materiile prime (nisip) cu scoicile, pentru a verifica potențialul de utilizare a acestui experiment la scară largă în domeniul construcțiilor.*

Cuvinte cheie: scoici, mortar, beton, modul de elasticitate

1. Introducere

Industria betonului și-a creat în ultimii ani un renume negativ în ceea ce privește impactul asupra mediului înconjurător, fiind una dintre cele mai poluante industrii din lume. Mai mult, o posibilă epuizare a resurselor naturale utilizate în producerea betonului, respectiv a agregatelor, ne motivează în încercarea noastră de a găsi substituenți ai acestora. Cercetarea noastră se bazează pe incorporarea cochiliilor scoicilor în amestecul de beton și mortar, ca o posibilă soluție. Cochiliile de scoici sunt unele dintre deșeurile care se acumulează rapid pe țărmuri și pe coaste, urmând ca acestea să fie depozitate în gropi de gunoi într-un număr foarte mare. De exemplu, în anul 2018 s-a constatat că 16,1 tone de deșeuri reprezintă cochilii de moluște.

În această cercetare, s-a plecat de la premiza că nu se poate folosi materie organică în amestecul de beton, așa că ne-am concentrat în primă instanță pe aflarea compoziției chimice a scoicilor, căutând să aflăm dacă aceasta satisface cerința de mai sus. Aceste cochilii de scoici constau în 95-97% carbonat de calciu ($CaCO_3$), iar restul sunt materiale minerale în cantități infime. La temperaturi mari, carbonatul de calciu se transformă în oxid de calciu (CaO) care este o importantă sursă de îmbunătățire a rezistenței la compresiune și a densității betonului.

O varietate mare de cochilii de scoci pot fi incorporate în amestecul de ciment, printre care cea de melc, stridie, melc de mare, midii. Cercetările noastre se bazează pe betonul și mortarul care au în compoziție cochilii de midii.

2. Materiale utilizate

Lucrarea de cercetare reprezintă o analiză comparativă și se concentrează pe două direcții principale. În primul rând, se examinează diferențele între un mortar de tip M10, în care nisipul reprezintă principala componentă, și un mortar în care nisipul este înlocuit cu un sorturi de scoici cu dimensiunea 1-2. În al doilea rând, se analizează două tipuri de beton: un beton obișnuit de calitate C25/30 și aceeași compoziție de beton, dar cu nisipul înlocuit cu scoici de sortiment 0-2.

2.1 Materialele utilizate pentru încercările pe mortar

Mortarul standard de la care s-a pornit analiza este un mortar de tip M10, care conform standardelor în vigoare are următoarele caracteristici prezentate în tabelul de mai jos (Tabelul 1.).

Tabel 1. Caracteristici mortar M10

Clasa mortar	**Tipul Mortarului**	**Rezistența la compresiune specificata N/mm**	**Rezistența medie la compresiune în momentul încercării [N/mm]**
M10	ciment	10,0	10,00<f<12,5

Materialele utilizate în cadrul programului experimental sunt: cimentul de tip 52,5 R, nisip, apa și scoici.

2.1.1 Ciment

În vederea realizării mortarului, s-a folosit un ciment alb 52,5, așa cum se poate vedea și în Tabelul 2.

Acest tip de ciment a fost ales datorită caracteristicilor sale, având un grad înalt de alb, de peste 85%, astfel mortarul avand o culoare uniforma și clara. Pe lângă aspectul plăcut, acest ciment are și o rezistență ridicată de 52,5. Aceste caracteristici au un aport esențial în vederea obținerii unei suprafețe netede de o culoare uniformă, care este durabilă și rezistentă în timp.

Tabelul 2. Caracteristici ciment

Brand	Holcim
Model	Blanco Plus
Compozitie	Ciment alb Portland
Timp initial de priza (min)	45

2.1.2 Nisipul

Nisipul folosit este un nisip de râu, care a fost spalat înainte în vederea eliminarii impurităților și posibilelor părti levigabile. Nisipul a fost uscat în etuvă, iar după a fost sortat (0-0,5; 0,5-1; 1-2 mm), conform unei curbe granulometrice.

În vederea obținerii unor rezultate cât mai înalte aceste procedee sunt esențiale astfel încât mortarul să aibă o compoziție optimă.

2.1.3 Apa

Apa în rețeta de mortar este esențială pentru activarea procesului de hidratare a liantului, controlul consistenței și lucrabilității și timpul de uscare și întărire a mortarului. Este crucială pentru formarea unei legături puternice și durabile între agregatele din mortar și pentru obținerea unei structuri de construcție rezistente și de calitate.

2.1.3 Scoicile

Scoicile utilizate provin din industria alimentară, fiind de la midii. După procesul de gătire, salinitatea acestora este redusă, făcându-le potrivite pentru utilizarea în compoziția mortarului.

Înainte de a fi adăugate, scoicile sunt curățate pentru a elimina orice urmă de materie animală, apoi sunt spălate meticulos și uscate într-o etuvă.

Scoicile sunt apoi mărunțite cu grijă și sortate folosind un sorter de dimensiune 1-2 (Figura 1.), în cadrul rețetei de mortar supusă experimentelor.


Scoici (1-2) mm


Nisip (0,5-1) mm


Nisip (0-0,5) mm


Nisip (1-2) mm

Figura 1. Imagini cu deșeuri de scoici si nisipul pe sorturi

Tabelul 3. Tabel centralizator mortare testate

Tip Mortar	**Cantitate de apa [ml]**	**Cantitate de Ciment alb [Kg]**	**Nisip pe sorturi [Kg]**			**Scoici [Kg]**
			0-0,5	0,5-1	1-2	1-2
Mortar Standard	350	0,323	0,300	1	0,300	-
Mortar cu Scoici	350	0,323	0,300	1	-	0,300

2.2 Materiale Utilizate pentru încercările pe beton

În rețeta de beton, s-a optat pentru utilizarea unui ciment alb de tip Portland cu o rezistență de 52,5 grade, conform standardelor. Clasa de expunere XF1 a fost aleasă, indicând o expunere moderată la apă, fără prezența agenților de îngheț-dezgheț, potrivită pentru suprafețe verticale expuse la ploaie. Conform reglementărilor SR EN 206-1, clasa minimă de beton corespunzătoare acestei clase de expunere este C25/30.

În selecția dimensiunii maxime a agregatului, s-a luat în considerare absența armăturii în probele utilizate, ceea ce a eliminat restricțiile legate de diametrul maxim al agregatelor. Totuși, pentru probele

de dimensiuni mai mici care urmează să fie testate, s-a decis alegerea unui diametru maxim între 8-16mm. Valoarea maximă a raportului A/C (raportul apă/ciment) corespunzătoare clasei de expunere C25/30 este de 0,6, dar ajustările ulterioare au condus la un raport final A/C de 0,5.

Clasa de consistență aleasă este S2 pentru turnarea stâlpilor și a grinzilor, iar tasarea betonului este stabilită între 50-90 mm, conform cerințelor specifice de aplicare.

În urma calculelor specifice rețetei de beton s-au aflat următoarele:

Tabelul 4. Centralizarea cantităților

Dozaj de ciment [kg/m^3]	**Cantitatea de agregat [kg/m^3]**	**Cantitatea de apa [l/m^3]**
407	1730	203,5

Cantitatea de agregate necesare a fost determinată conform rețetei, reieșind următoarele date cu privire la cantitatea de nisip și scoici corespunzătoare pentru un beton standard respectiv un beton cu scoici (Tabelul 5.).

Tabelul 5. Rețeta de beton

Tip de Beton	**Agregate pe sorturi [kg]**				**Cantitate de Scoici [kg]**			
	nisip	**pietriș**						
	0-2	**2-4**	**4-8**	**8-16**	**0-2**	**2-4**	**4-8**	**8-16**
Beton Standard	5,994	2,759	4,187	6,09	-	-	-	-
Beton cu Scoici	3,098	2,759	4,187	6,09	2,895	-	-	-

În producția betonului cu incorporare de scoici, s-a optat pentru o formulă ce presupune combinarea unui agregat de nisip cu granulație în intervalul 0-2 și scoici mărunțite de aceeași dimensiune.

3. Încercările pe mortar

Scopul principal al încercărilor pe mortar este de a evalua proprietățile materialelor și performanța acestora sub diferite condiții de încărcare, mediu și utilizare. Aceste încercări pot include teste de rezistență, testări de aderență, analize de durabilitate și multe altele. Aceste încercări sunt esențiale pentru a asigura că mortarul îndeplinește standardele și specificațiile necesare înainte de utilizare în proiectele reale.

3.1. Încercări pe mortarul proaspăt

Pe mortarul proaspăt s-a determinat consistența acestuia, conform SR EN 1025-3:2001 - "Metode de încercare a mortarelor pentru zidărie. Partea 3: Determinarea consistenței mortarului proaspăt (cu masa de imprastiere)".

Cele două matrițe (a mortarului standard respectiv a mortar cu scoici) s-au asezat în centrul discului mesei vibrante, iar în urma celor 10 lovituri scurte, s-au obținut următoarele rezultate:

Tabelul 6. Diametrele de consistență

Tip de mortar	**Diametru de consistență obtinut (prin metoda conului etalon)ϕ [cm]**
Mortar Standard	18,5
Mortar cu Scoici	18,2

3.2. Încercările pe mortar la 28 de zile

În scopul evaluării eficacității unui posibil înlocuitor, trei probe de mortar cu adaos de scoici au fost supuse testelor de rezistență la încovoiere și compresiune folosind o prismă hidraulică. Aceste teste au fost efectuate pe probe de dimensiuni standard de 40x40x160mm, la 28 de zile de la turnare. Rezultatele acestor teste au fost comparate cu cele obținute din probele standard, care au fost realizate folosind rețeta clasică de mortar (ciment, apă și nisip de diferite granulații). Ulterior, rezultatele au fost comparate (vezi Tabelul 7 - Rezultatele testelor de încovoiere și compresiune).

Tabelul 7. - Rezultatele testelor de încovoiere și compresiune

Nr.	**Masa [g] (Figura 3.2.1.)**	**Încovoiere Forța [N]**	**Încercarea la compresiune (Figura 3.2.2.)**			
			Forța de compresiune [kN]		**Rezistența la compresiune R=N/A [N/mm^2]**	
STANDARD						
I	514.2	1450	36.17	22.23	22.60	13.89
II	512.5	1600	27.07	16.84	16.91	10.52
III	525.6	1550	34.42	39.80	21.51	24.87
Valori medii obținute	517.434	1533.34	32.554	26.29	20.34	16.4267
SCOICI (Figura 4)						

I	542.8	2240	29.45	32.47	18.40	20.29
II	552.6	2340	45.68	35.04	28.55	21.90
III	556.5	2470	29.26	42.02	18.28	26.26
Valori medii obținute	550.634	2350	34.797	36.51	21.744	22.817

Mai jos se pot observa poze din timpul realizării determinărilor.



Figura 2. Masa probei cu scoici



Figura 3. Încercarea la compresiune a mortarului



Figura 4. Secțiune mortar cu scoici

Din tabelul de mai sus reiese faptul că probele cu mortarul care prezintă scoici în compoziția sa sunt mai rezistente nu doar din punct de vedere al compresiunii dar si din cel al încovoierii. Acest fapt se datorează și faptului că probele care conțin scoici au densitatea aparentă mai crescută.

4. Determinarea caracteristicilor pe betonul studiat

4.1. Încercările pe betonul proaspăt

Betonul a fost testat în stare proaspătă și la 28 de zile, rezultatele fiind centralizate in cele ce urmează.

4.1.1. Determiarea lucrabilității prin metoda tasării

Pentru a evalua compactarea betonului proaspăt cu scoici, am aplicat metoda tasarii. Am măsurat înălțimea tiparului inițial și înălțimea grămezii rezultate, obținând o tasare de 0.5mm. Acest rezultat reflectă gradul de compactare și densitate a betonului, oferind informații importante despre comportamentul acestuia în timpul procesului de întărire.

4.1.2. Determiarea lucrabilității prin metoda raspandirii

Pentru a evalua distribuția materialului în betonul proaspăt, am folosit metoda de raspandire. Am măsurat diametrul orizontal și diametrul vertical al gramezii, calculând apoi diametrul mediu. Rezultatele au indicat un diametru mediu de 45cm, ceea ce oferă o înțelegere mai profundă a uniformității și a distribuției agregatelor în betonul proaspăt.

4.1.3Determinarea densității aparente în probe de cub

Pentru proba de cub, s-a măsurat masa vasului gol (m1 = 10.6 kg) și masa vasului plin (m2 = 18.6kg), precum și volumul vasului (V = 15x15x15cm = 3375cm³). Folosind formula ρ= (m2 - m1) / V, s-a obținut o densitate aparentă de 2.37 kg/m^3. Această valoare reflectă gradul de compactare și densitate a betonului proaspăt în proba de cub.

4.1.2 Determinarea densității aparente în probe de prisma

Pentru proba de prisma, s-a măsurat similar masa vasului gol (m1 = 23.8kg) și masa vasului plin (m2 = 37kg), împreună cu volumul vasului (V = 10x10x55cm = 5500cm³). Aplicând formula ρ = (m2 - m1) / V, s-a obținut o densitate aparentă de 2.4 kg/m^3.Această valoare furnizează informații esențiale despre densitatea și compoziția betonului proaspăt în proba de prisma.

4.2. Încercările pe beton la 28 de zile
4.2.1. Încercarea la compresiune

Pentru a evalua eficacitatea unui posibil înlocuitor, două probe de beton cu adaos de scoici au fost supuse testelor de rezistență la compresiune. Aceste teste au fost efectuate pe un cub cu dimensiunile de 15x15x15cm și o prismă cu dimensiunile de 10x10x30cm. Probele au fost testate la 28 de zile de la turnare pentru a permite întărirea betonului. Rezultatele acestor teste au fost comparate cu standardele recunoscute, care sunt specificate în literatura de specialitate pentru betonul care trebuie să îndeplinească clasele stabilite inițial în acest studiu. Mai apoi, rezultatele au fost comparate între ele (vezi Tabelul 8 - Rezultatele testelor de compresiune).

Tabelul 8 - Rezultatele testelor de compresiune

Tipul de beton	**Masa [Kg]**	**Densitatea [Kg/ml]**	**Valoare forțe de compresiune la care proba a cedat [MPa]**	**Rezistența la compresiune [N/mm^2]**
Beton standard CUB C25/30	7.7625	2296.296	-	30
Beton cu scoici CUB (vezi Figura 5)	7.960	2358.5	677.50	30.11

Din datele extrase din tabel se poate deduce faptul că betonul care conține scoici prezintă o densitate mai mare decât cel standard. Cât despre rezultatele obținute pe cele două probe, se poate spune că betonul se comportă într-un procent de 85.08% (comparând rezultatele de la prisma cu scoici și cea standard).

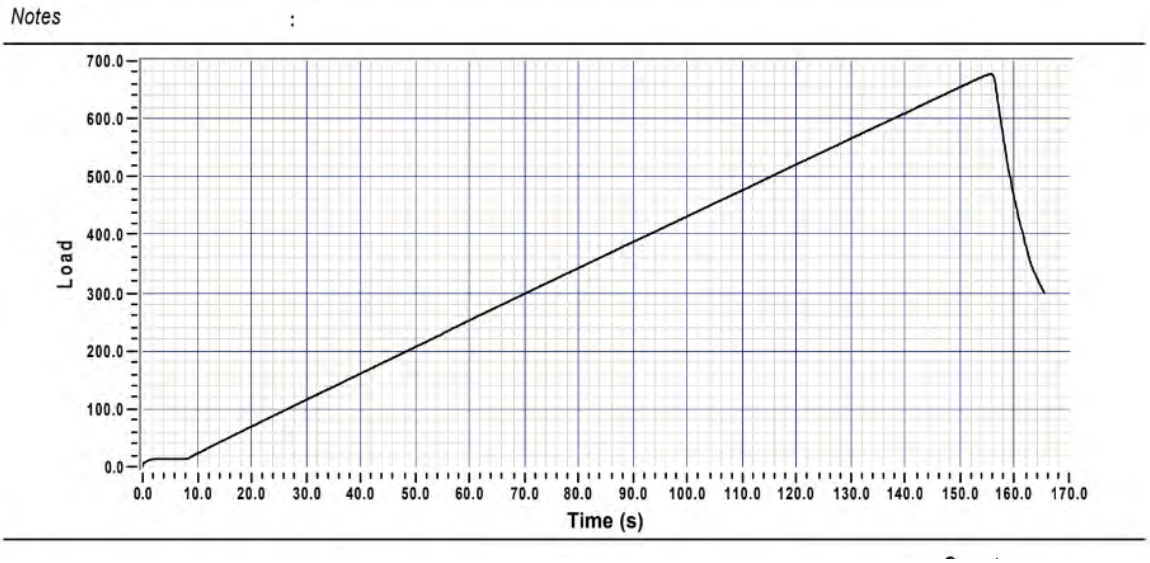


Figura 5 Diagrama deformaților și tensiunilor pe proba încercată

4.2.2 Determinarea modulului de elasticitate static la compresiune al betonului

Modulul de elasticitate static la compresiune al betonului reprezintă modulul tangent, calculat ca raportul dintre creșterea efortului unitar normal și creșterea deformațiilor specifice corespunzătoare:

$$Ec = \frac{\Delta f}{\Delta \varepsilon} \text{ (N/mm}^2\text{)} \quad (1)$$

Ec – modulul de elasticitate static la compresiune
Δf – creşterea efortului unitar normal
Δε – creşterea deformaţiilor specifice

Conform metodologiei RILEM, epruvetele sunt cilindri Φ150×300mm. Se acceptă și alte tipuri de epruvete, cu condiția ca 25h/d<4 și ca cea mai mica dimensiune a probei să fie minim de 4 ori mai mare ca cea mai mare dimensiune a agregatului folosit în referă de beton.

Determinarea se face cu ajutorul presei hidraulice (Figura 6), după cum urmează:

Se echipează epruveta cu echipamentul necesar pentru masurarea deformatiilor cu extensometer (traductoare de deplasare) (Figura 7). Treapta minima de încărcare corespunde unui efort unitar notat cu f_b, egal cu 0.5 N/mm^2. Treapta maximă de încărcare corespunde unui efort unitar notat cu f_a egal cu 1/3 din rezistența la compresiune $f_{c,cyl}$.

Proba se centrează în presă. Se aplică succesiv treptele de încărcare și descărcare până când valorile deformațiilor ε_a-ε_b înregistrate la fiecare treaptă de încărcare/descărcare nu diferă cu mai mult de 10% față de deformațiile citite la fiecare treaptă. Dacă diferența dintre citiri nu depășește 5%, se consideră că deformațiile sunt stabilizate.

Cunoscând distanța inițială l, între axele cadrului cu care a fost echipată prisma, se poate determina $\Delta\varepsilon = \frac{\Delta l}{l}$ și în final:

$$Ec = tg(\alpha) = \frac{\Delta\sigma}{\Delta\varepsilon} = \frac{\sigma i - \sigma d}{\frac{\Delta l}{l}} \text{ (N/mm}^2\text{)} \quad (2)$$

Ec – modulul de elasticitate static la compresiune
Δσ – creşterea efortului unitar normal
Δε – creşterea deformaţiilor specifice
σi – treapta maximă (de încărcare)
σd – treapta minimă (de descărcare)
Δl – alungirea barei
l-distanţa iniţială



Figura 6. Determinarea modului de elasticitate



Figura 7. Pregătirea probei pentru încercare

Pe proba de beton care are în compoziție agregatul pe bază de scoici, la 28 de zile, s-a determinant modulul de elasticitate. Rezultatul determinării este E = 32383,97 (N/mm²).

Static elastic modulus determination -

TEST RESULTS

Reference values for elastic modulus elaboration :

σ_I = 3.49	N/mm²	σ_{II} = 6.67	N/mm²	
ε_I = -25.9	με	ε_{II} = -124.0	με	Elastic Modulus (N/mm²) : 32383.97

Figura 8. Rezultatele determinării modulului de elasticitate

Conform EN1992-1-1 (γc = 1.50, fyk = 500 MPa), modulul de elasticitate pentru un beton standard C25/30 este E_{cm} = 31476 (N/mm²). (Tabelul 9)

Tabel 9. Caracteristici de rezistență și deformație a betonului [9]

Clase de rezistență pentru beton															Expresii analitice/ Comentarii
f_{ck} (MPa)	12	16	20	25	30	35	40	45	50	55	60	70	80	90	
$f_{ck,cube}$ (MPa)	15	20	25	30	37	45	50	55	60	67	75	85	95	105	
fcm (MPa)	20	24	28	33	38	43	48	53	58	63	68	78	88	98	$f_{cm} = f_{ck} + 8$ (MPa)
f_{ctm} (MPa)	1,6	1,9	2,2	2,6	2,9	3,2	3,5	3,8	4,1	4,2	4,4	4,6	4,8	5,0	$f_{ctm} = 0,30 \times f_{ck}^{(2/3)} \leq C50/60$ $f_{ctm}=2,12 \cdot \ln(1+(fcm/10)) > C50/60$
$f_{ctk,0.05}$ (MPa)	1,1	1,3	1,5	1,8	2,0	2,2	2,5	2,7	2,9	3,0	3,1	3,2	3,4	3,5	$f_{ctk,0.05} = 0,7 \times f_{ctm}$ cuantilă5%
$f_{ctk,0.95}$ (MPa)	2,0	2,5	2,9	3,3	3,8	4,2	4,6	4,9	5,3	5,5	5,7	6,0	6,3	6,6	$f_{ctk,0.95} = 1,3 \times f_{ctm}$ cuantilă 95%

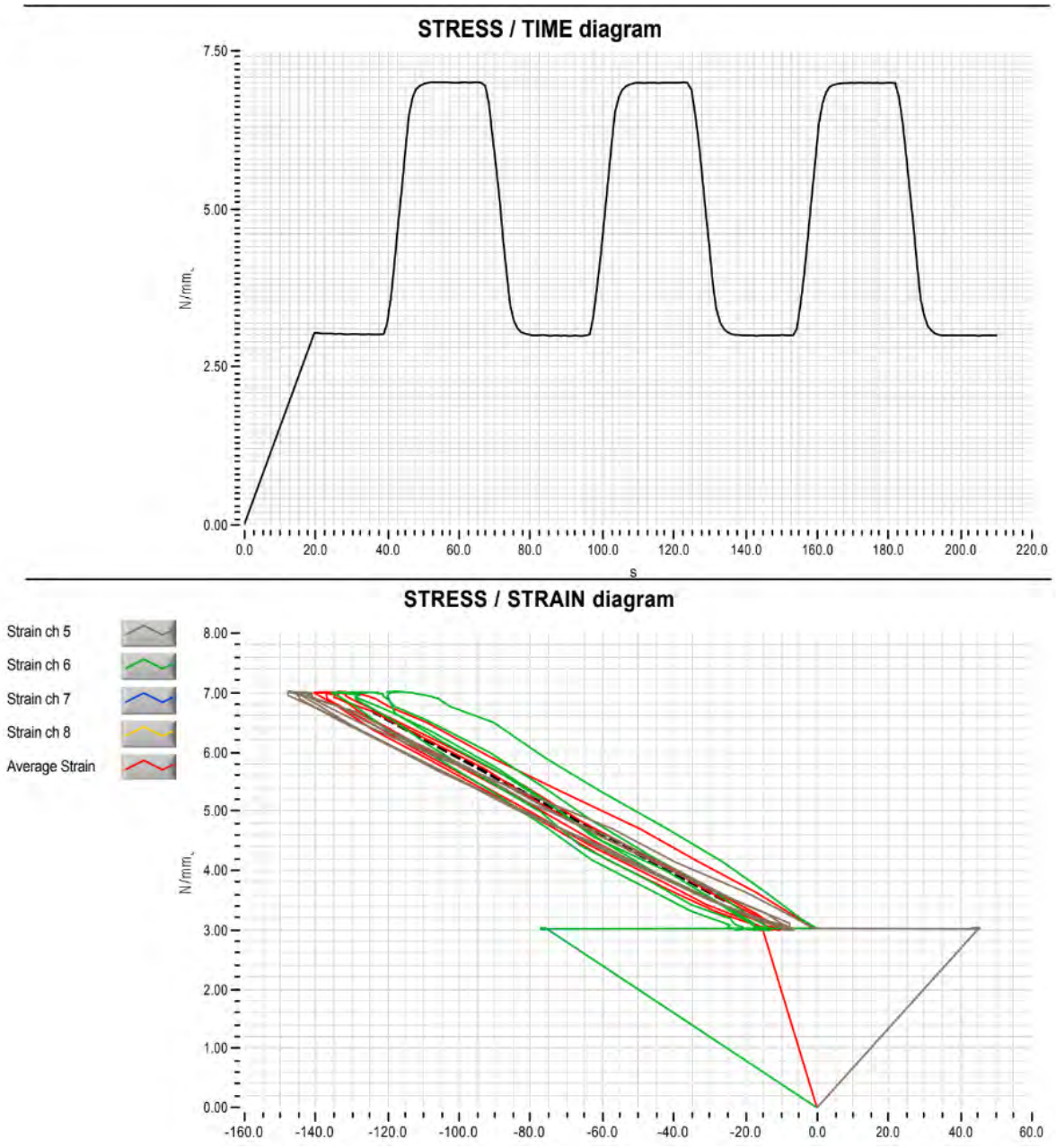


Figura 9. Diagrama de încercare

Cu un modul de elasticitate asemănător cu cel al betonului standard de clasă C25/30, betonul care are în compoziția sa cochilii de scoici prezintă rezultate promițătoare. Acest lucru ilustrează faptul că introducerea deșeurilor în consistența sa nu a avut un impact negativ asupra acestei caracteristici de rigiditate.

4.2.3. Modelare în program structural (SAP) și observații

Cu scopul de a observa comportarea unui beton care are în compoziție scoici, s-a modelat în SAP structura din Figura 10, utilizând elemente finite unidimensionale și bidimensionale.

Pentru a compara un beton obișnuit de clasă C25/30 și betonul care face obiectul acestei lucrări, va fi analizată aceeași structură în cele două ipoteze. Diferența de material dintre ele va fi evidențiată prin modulele de elasticitate aferente.

$E_{beton.scoici}$ = 32383,97 (N/mm^2) (vezi 2.2)
E_{cm} = 31476 (N/mm^2) (conform EN1992-1-1)

Pentru ca elementele să conlucreze am utilizat metoda elementului finit. Varianta aleasă de discretizare este prin elemente finite de maxim 0,4 metri, atât în cazul grinzilor, stâlpilor, a plăcilor și a peretelui (Figura 11).

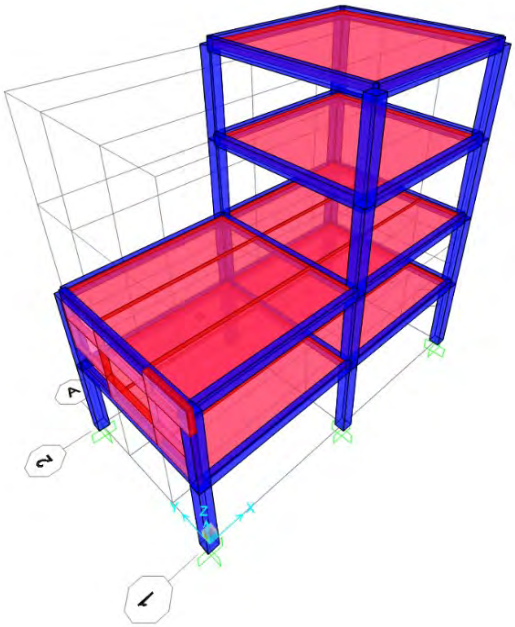


Figura 10. Modelarea structurii în SAP

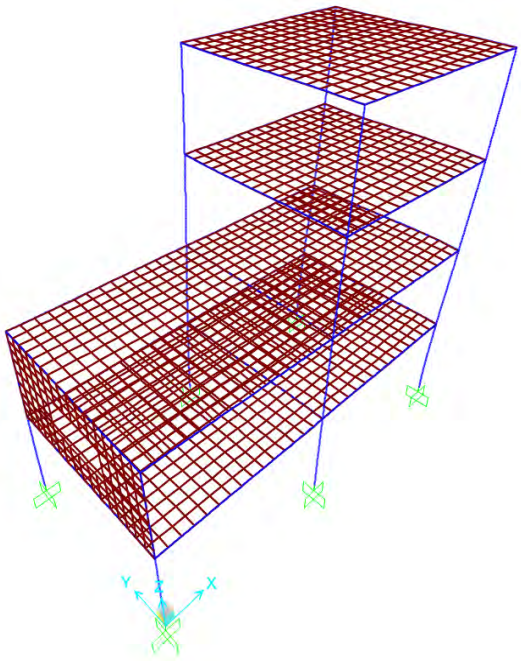


Figura 11. Discretizarea structurii

Caracteristicile geometrice ale structurii se pot afla din Tabelul 4.2.3.1 și din Figura 4.2.3.3. Pe ochiurile de placă se va aplica o încărcare gravitațională uniform distribuită de 5 kN/m^2. Mai departe, se vor grupa acțiunile, încărcarea permanentă intră în calcul cu coeficientul s=1,35, iar încărcarea utilă cu s=1,5.

Tabel 10.Caracteristici geometrice structură

Caracteristici geometrice structura				
Distante interax [m]	X	Y	Z	
	6	6	3	
Secțiuni transversale [cm]	Stalp	Grinda	Placa	Perete
	40x40	20x40	h=14	b=20

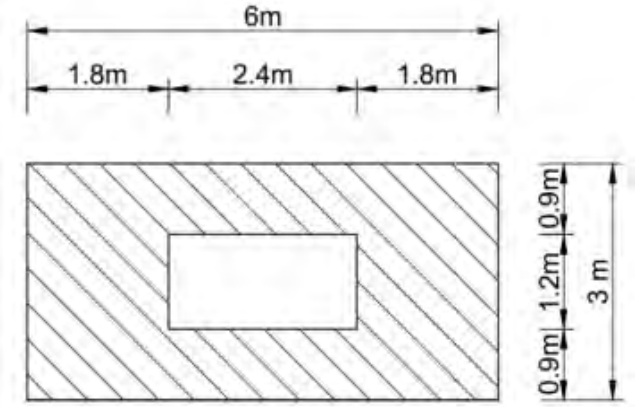


Figura 12. Detalierea poziționării golului

Diferențele dintre rezultate date de programul structural se pot găsi în tabelul de mai jos (Tabel 11).

Tabel 11. Diferențele dintre rezultate date de programul structural

Material	Beton standard C25/30	Beton cu scoici C25/30
Modul de elasticitate (Pa)	31476	32383,97
Coeficientul lui Poisson	0,2	0,2
Valoarea deplasării în placa de la ultimul nivel (mm)	12	11
Valoarea deplasări în placa de la primul nivel (mm)	15,1	14,5
Valoarea deplasării a stâlpului la nivelul 1 pe direcția x (mm)	8,1	8
Valoarea deplasării a stâlpului la nivelul 2 pe direcția x (mm)	22,9	23
Valoarea reacțiunii pe direcția x în stâlpul din colț dreapta (kN)	10,51	10,51
Valoarea momentului de încastrare în stâlpul din colț dreapta (kN*m)	6,07	6,07
Valoarea efortului axial în stâlpul din colț dreapta (kN)	334,07	334,07

Se observă că betonul cu scoici, din punct de vedere al proprietăților de rezistență, se ridică la nivelul betonului standard, iar în unele situații, chiar îl depășește. Rezultatele se arată promițătoare, ele

ilustrează că adăugarea în compoziția betonului a unui deșeu, respectiv scoicile, nu îi afectează acestuia proprietățile de rezistență.

5. Proces tehnologic

În acest capitol se propune un posibil proces tehnologic prin care acest beton poate fi realizat. Într-un studiu publicat în jurnalul internațional dedicat investigației și inovației în folosirea materialelor de construcții și de restaurări din 2018, cercetătorii au sugerat cei mai importanți pași care trebuie luați în considerare înainte de a reutiliza deșeurile de cochilie de scoică. Acestea sunt: spălarea, calcinarea și zdrobirea la dimensiunea dorită pentru a atinge gradul de lucrabilitate dorit. În cazul cochiliilor care urmează să fie utilizate sub formă de pudră, de exemplu în cazul mortarelor, ar fi necesară o măcinare suplimentară. Procesul de spălarea ar avea ca scop eliminarea conținutului de sare al deșeurilor de cochilie în timp ce calcinarea ar servi scopului de a elimina apa și materialele organice.

Pentru ca betonul, respectiv mortarul, care are în compoziție cochilii de scoici să poate fi produs la scară largă, s-au căutat diferite soluții în acest sens. În ceea ce privește spălarea scoicilor, se pot folosi mașini de spălat industrială cu tambur (Figura 13) sau mașini cu role de perii care pot manipula și curăța o cantitate mare de material, într-un timp scurt. Pentru calcinare, acesta fiind un termen comun pentru procese de tratament termic a unor substanțe în prezența aerului, s-ar putea folosi cuptoare cu arc electric (Figura 14) sau cuptoare rotative.

În ceea ce privește partea de măcinare și de împărțire pe sorturi, procesul tehnologic ar fi asemănător cu cel al agregatelor standard.



Figura 13. Mașină de spălat industrială



Figura 14. Cuptor cu arc electric

6. Concluzii

6.1 Concluzii mortar

6.1.1. Mortar cu scoici de fragmentație 0-0,5mm

Utilizarea cochiliilor de scoici reprezintă o variantă ecologică de utilizare a deșeurile provenite din industria maritimă și gastronomică, evitând astfel distrugerea mediului natural prin exploatarea agregatelor, prezervând ecosistemul. Cochiliile de scoici, odată preluate, vor trece printr-o serie de procese care duc la eliminarea impurităților și a sării, fiind apoi măcinate în sorturile dorite. Testele realizate în laborator demonstrează eficacitatea acestor componente prezente în rețeta de mortar, fiind comparabile cu rezultatele obținute de mortarul standard (Tabelul 7.).

6.1.2. Avantaje și Dezavantaje în utilizarea mortarului cu scoici

Printre avantajele utilizării unei astfel de rețete de mortar poate fi menționat costul redus de procurare, deoarece cochiliile de scoici, în acest caz, reprezintă deșeuri naturale, din industria gastronomică și cea maritimă. Din punct de vedere al rezistențelor mecanice, acest tip de mortar prezintă

rezultate promițătoare, uneori chiar superioare față de cele ale mortarului standard. Densitatea aparentă este mai ridicată decât în cazul mortarului standard, obținând implicit valori mai mari la încercarea de compresiune și cea de încovoiere.

Cu toate acestea, utilizarea scoicilor în compoziția mortarului poate avea și anumite dezavantaje. Procesul tehnologic de obținere a sorturilor necesare din scoici poate presupune un timp mai lung de prelucrare decât în cazul folosirii agregatelor obișnuite, implicând un cost mai ridicat. Totodată, este necesară realizarea unui studiu pentru a determina modul de comportarea al acestui mortar cu scoici pe o perioada îndelungată de timp, realizându-se teste de uzură și îmbătrânire accelerată.

6.2 Concluzii beton

Transformarea cochiliilor de scoici într-un element component al betonului constă în preluarea deșeurilor naturale de pe zonele de coastă sau din sectorul gastronomic și prelucrarea acestora. Acest proces ar implica eliminarea sării și a materiei organice, iar mai departe măcinarea cochiliilor conform sorturilor dorite.

În completarea avantajelor din cazul mortarului, prezentate la capitolul 6.1.2, se adaugă faptul că rezistențele caracteristice ale betonului cu scoici se ridică la nivelul și sunt comparabile cu cele ale betonului standard, conform testelor de laborator. Cu un modul de elasticitate satisfăcător și cu rezistențe bune la compresiune, betonul cu scoici merită o atenție specială în vederea unor studii mai detaliate, fiind un material de interes pentru viitorul industriei construcțiilor.

6.3. Concluzii generale

Utilizarea cochiliilor de scoici în domeniul materialelor de construcții este, fără îndoială, o soluție inginerească curajoasă. Acestea pot fi transformate în granule sau pulbere și utilizate ca înlocuitori pentru agregatele naturale din mortar și beton. Studiile în acest domeniu sunt încă la început, dar rezultatele până în acest moment se arată promițătoare. Un lucru este cert, dacă această idee va fi cândva adusă la viață, beneficiile în ceea ce privește reducerea deșeurilor și a creșterea sustenabilității în industria construcțiilor sunt indiscutabile.

BIBLIOGRAFIE

1. Bassam A. Tayeh, Mohammed W. Hasaniyah, A.M. Zeyad, Moruf Olalekan Yusuf, *Properties of concrete containing recycled seashells as cement partial replacement: A review*. Journal of Cleaner Production,Volumul 237, 10 Noiembrie 2019
2. Monita Olivia, Annisa Arifandita Mifshella, Lita Darmayanti, *Mechanical Properties of Seashell Concrete*, Procedia Engineering Volumul 125 (2015) Paginile 760-764
3. Barclay Earth Depot, *Benefits Of Using Shell As Partial Aggregate In Concrete* (18 Aprilie 2022)
4. Yunpeng Zhu, Da Chen, Xiaotong Yu, Ruiwen Liu, Yingdi Liao, *Properties of Cementitious Materials Utilizing Seashells as Aggregate or Cement: Prospects and Challenges* (6 martie 2024)
5. Gideon Bamigboye, Osamudiamwen Enabulele, Abimbola Odetoyan, Mutiu Kareem, *Mechanical and durability assessment of concrete containing seashells: A review*, Cogent Engineering (Ianuarie 2021)
6. Anupam Chakraborty, Saida Parveen, Dipak Kr. Chanda, Gautam Aditya, *An insight into the structure, composition and hardness of a biological material: the shell of freshwater mussels*, Royal Society of Chemistry (11 August 2020)
7. Anatolie Izbînda, *Utilizarea Reziduurilor Calcaroase în Producerea Betoanelor Spumate și Caracteristicile Acestora*, Urbanism. Arhitectură. Construcții, Vol.2, Nr.2, 30 August 2011
8. Bogdan Hegeș, Adela Chiorean, Catinca Leția, Dumitru Moldovan, Ofelia Corbu, Camelia Negruțiu, *Beton Armat - Îndrumător de laborator,* UTPress
9. SR EN 1991-1-1:2004- *Eurocode 1: Acțiuni asupra structurilor – Partea 1-1: Acțiuni generale – Greutăți proprii, încărcări utilizabile și încărcări de exploatare pentru clădiri*.
10. SR EN 206-1- Beton – *Partea 1: Specificare, performanță, producție și conformitate.*
11. SR EN 1025-3-2001- *Pompe – Definiții, denumiri, simboluri și caracteristici – Partea 3: Definiții pentru termeni privind utilizarea pompelor.*
12. Zoltan Kiss, Traian Oneț, *Proiectarea structurilor din beton după SR EN 1992 1,* Editura Abel, 2008
13. Netea Alexandru Gheorghe, Manea Daniela Lucia, Aciu Claudiu, Jumate Elena, Babota Florin, Pleșa Luminița Monica, Iernuțan Răzvan Andre, *Materiale de construcții: chimie*, UTPress 2019

CE INFLUENȚĂ ARE GOLUL CASEI SCĂRII ASUPRA COMPORTĂRII UNEI STRUCTURI?

Autori

Andreea-Cosmina C. GRECU[1], Irina H. CORCHEȘ[2]
[1]*Facultatea de construcții, Universitatea "Ovidius"Constanța , andreeagrecu79@yahoo.com*
[2]*Facultatea de Construcții, Universitatea "Ovidius" Constanța, corches15irina@gmail.com*

Îndrumător
Ș.L..Dr.Ing. Sunai GELMAMBET
Facultatea de Construcții, Universitatea "Ovidius" Constanța, gelmambets@univ-ovidius.ro

REZUMAT: *Ce influență are golul casei scării asupra comportării unei structuri? Mulți și-au pus această întrebare, însă niciodată răspunsurile nu au fost pe măsura așteptărilor. De aici a pornit și ideea acestui studiu, de a analiza modul în care structurile reacționează la diferiți factori, în diverse situații de poziționare a golului casei scării.*

Prezentul studiu analizează comportarea structurilor și efectul concentrării tensiunilor, având în vedere poziționarea golului casei scării într-o construcție. Structura evaluată a fost amplasată în localitatea Constanța, județul Constanța, având destinația de clădire de locuințe.

Se va expune un studiu comparativ privind influența golului casei scării asupra structurii de rezistență, iar pentru acesta s-au realizat trei cazuri de poziționare a acestuia: central, perimetral și în colțul clădirii.

Cuvinte cheie: deplasări, tensiuni, gol de scară, eforturi.

1. Introducere

Prezentul capitol are a obiect elaborarea studiului privind comportarea structurilor și efectul concentrării tensiunilor, având în vedere poziționarea golului casei scării într-o construcție. Prezentul imobil are destinația de locuințe, cu regimul de înălțime P + 3E, situat în localitatea Constanța, județul Constanța. Conform Codului de proiectare seismică indicativ P100-1/2013, construcția se încadrează în clasa III de importanță, cu un factor de importanță: $\gamma_I = 1$; cu o accelerație de vârf a terenului: $ag = 0{,}20g$ pentru IMR = 225 ani și perioadele de colț: $T_C = 0{,}7\ s$, $T_B = 0{,}14\ s$, $T_D = 3{,}00\ s$. [1]

Suprastructura este alcătuită din cadre de beton armat monolit, planșee din beton armat monolit și acoperiș de tip terasă circulabilă realizată din beton armat monolit. Înălțimea de nivel este de 3.00 m.

La execuția structurii de rezistență se folosește beton de clasă C25/30 și oțel BST500S.

Încărcările care au fost aplicate structurii, în vederea analizei seismice se regăsesc în tabelul următor.

ETAJ CURENT				TERASA			
Încărcarea aplicată structurii		Valoare	Unitate de măsură	Încărcarea aplicată structurii		Valoare	Unitate de măsură
Permanente	Încărcarea din tencuiala	0.25	kN/m^2	Permanente	Încărcarea din tencuiala	0.25	kN/m^2
	Încărcarea echivalentă a pereților interiori	1	kN/m^2		Termo-hidroizolație	1	kN/m^2
	Încărcarea din pereții exteriori	7.35	kN/m		Încărcarea din atic	2.7	kN/m
	Tavan fals și instalații	0.5	kN/m^2		Tavan fals și instalații	0.5	kN/m^2
Variabile	Încărcarea utilă	1.5	kN/m^2	Variabile	Încărcarea utilă	1.5	kN/m^2
					Încărcarea din zăpadă	1.2	kN/m^2

Tabelul 1 – Evaluarea încărcărilor de proiectare conform CR0 - 2012

2. Studiu de caz

Calculul structurii propuse se va realiza cu programul de calcul automat al structurilor SCIA ENGINEER versiunea 22.1.2011-versiune student.

În urma analizei structurale pentru a verifica toate condițiile, în principal limitarea deplasărilor, micșorarea perioadei proprii, eliminarea torsiunii, elementele structurale au următoarele dimensiuni: stâlpii centrali - 55x55 cm, stâlpii perimetrali – 45x45 cm, stâlpii de colț 35x35 cm, grinzile longitudinale - 25x60 cm, grinzile transversale - 25x55 cm, placa - 16 cm.

VARIANTA 1

Golul casei scării s-a poziționat în colțul clădirii.

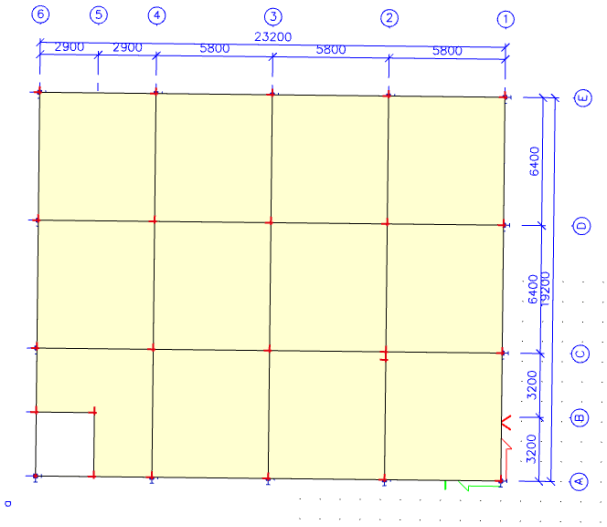


Figura 1-Poziționarea golului

În acest caz de poziționare a casei scării, perioada fundamentală a structurii, T_1 are valoarea 0.45s. Masele structurii se regăsesc în mare parte în primele două moduri de vibrație și anume: în primul mod de vibrație este antrenată pe direcția Y o masă cu un procent de 82.51%, iar în cel de-al doilea mod de vibrație este antrenată pe direcția X o masă cu un procent de 82.03%. Pentru cele 10 moduri de vibrație, suma maselor este de 93.47% pe direcția X și 93.48% pe direcția Y, îndeplinind astfel condiția ca suma maselor modale efective pentru toate modurile proprii considerate să fie de cel puțin 90% din masa totală a structurii.

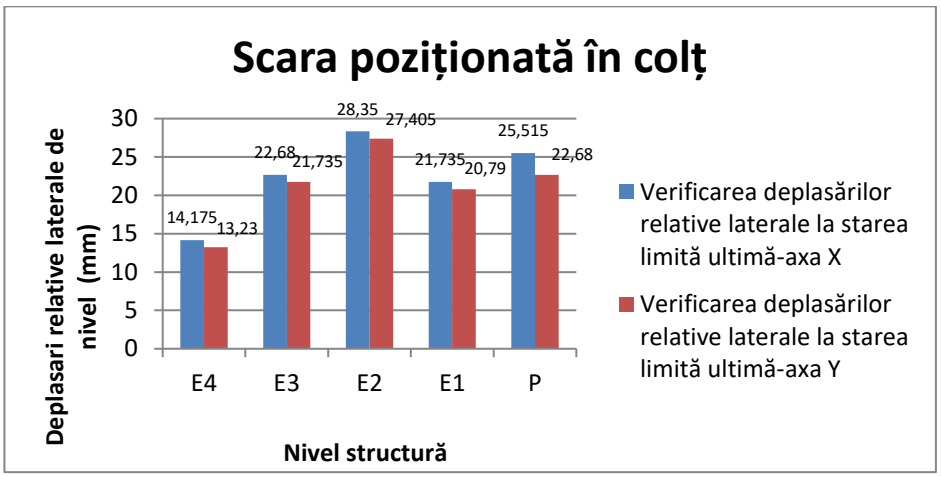


Figura 2- Verificarea deplasărilor relative laterale de nivel la starea limită ultimă

În prezentul grafic nu au fost luate în considerare deplasările relative laterale la starea limită de serviciu, având valori foarte mici.

Corespunzător primului mod propriu de vibrație, s-au observat următoarele forme deformate ale structurii.

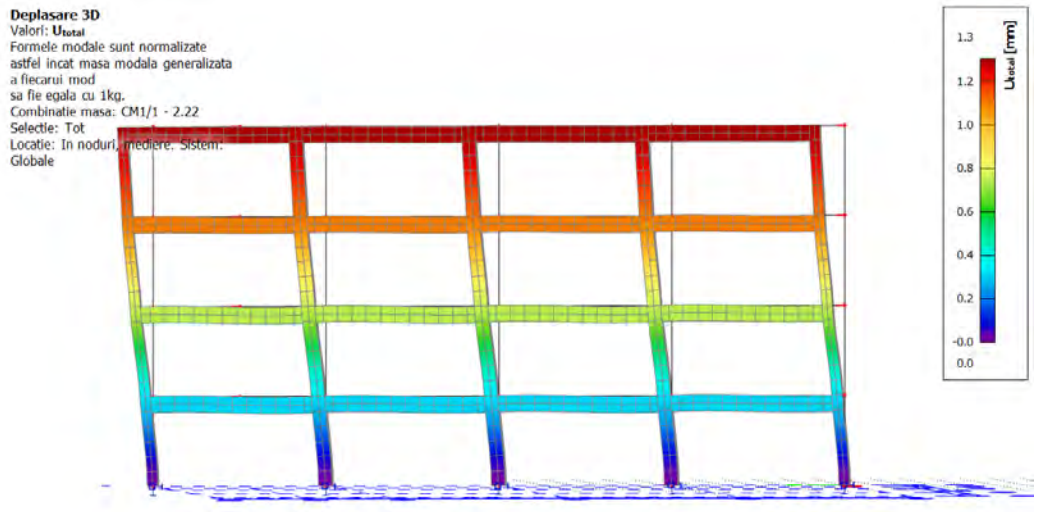


Figura 3- Forma deformată a structurii corespunzătoare primului mod propriu de vibrație

În continuare s-au analizat eforturile secționale asupra structurii, în situația dispunerii golului de scară în colț. S-a observat o valoare semnificativă a eforturilor interne mx la nivelul planșeului din beton armat, având valori de până la 56.90 kNm/m pe direcția axei Y, și în apropierea golului.

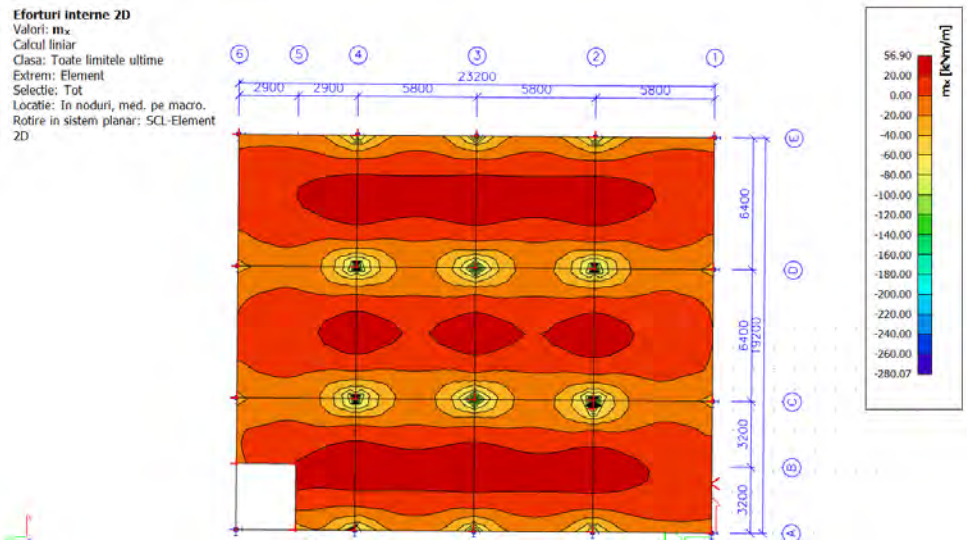


Figura 4- Eforturile secționale de la nivelul planșeului

VARIANTA 2

Golul casei scării s-a poziționat perimetral.

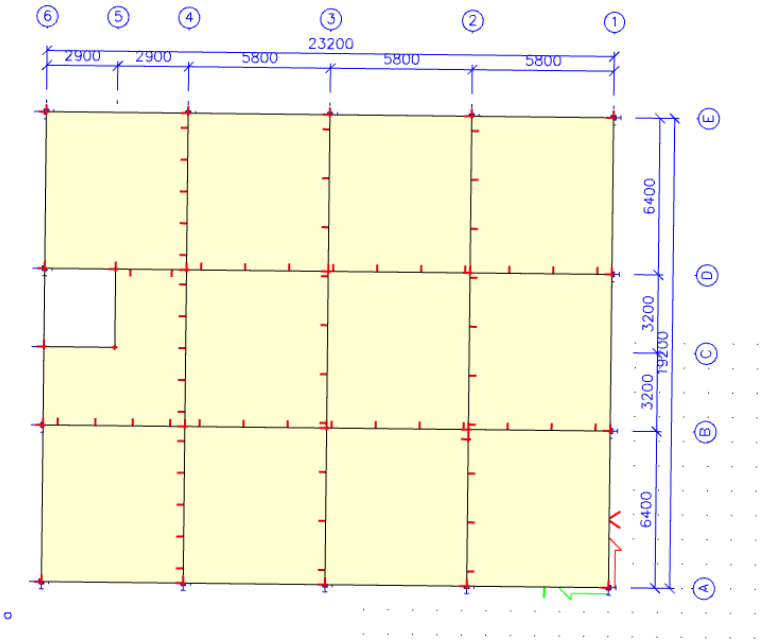


Figura 5- Poziționarea golului

- T_1=0,41 s;
- În primul mod de vibrație este antrenată pe direcția Y o masă cu un procent de 83.31%;

- În cel de-al doilea mod de vibrație este antrenată pe direcția X o masă cu un procent de 80.56%;
- Pentru cele 10 moduri de vibrație, suma maselor este de 97.89% pe direcția X și 97.89% pe Y;

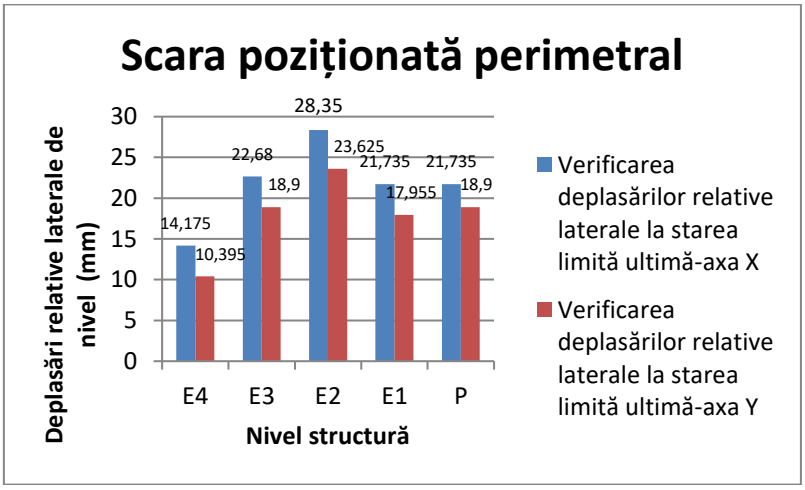


Figura 6- Verificarea deplasărilor relative laterale de nivel la starea limită ultimă

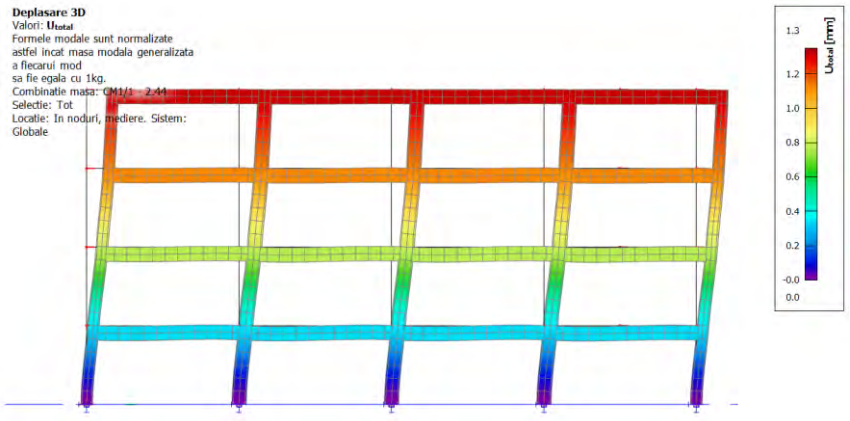


Figura 7- Forma deformată a structurii corespunzătoare primului mod propriu de vibrație

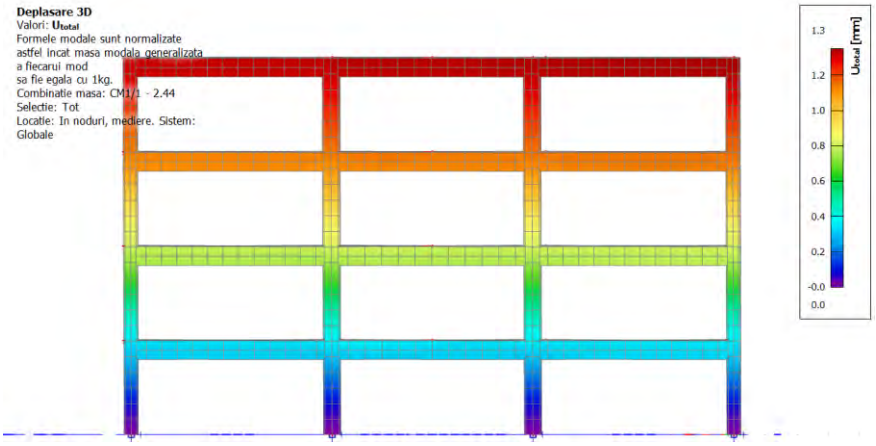


Figura 8- Forma deformată a structurii corespunzătoare primului mod propriu de vibrație

S-a constatat la analiza eforturilor secționale, o valoare a eforturilor interne mx la nivelul planșeului din beton armat redusă, ajungând la valoarea de 17.87 kNm/m pe direcția Y.

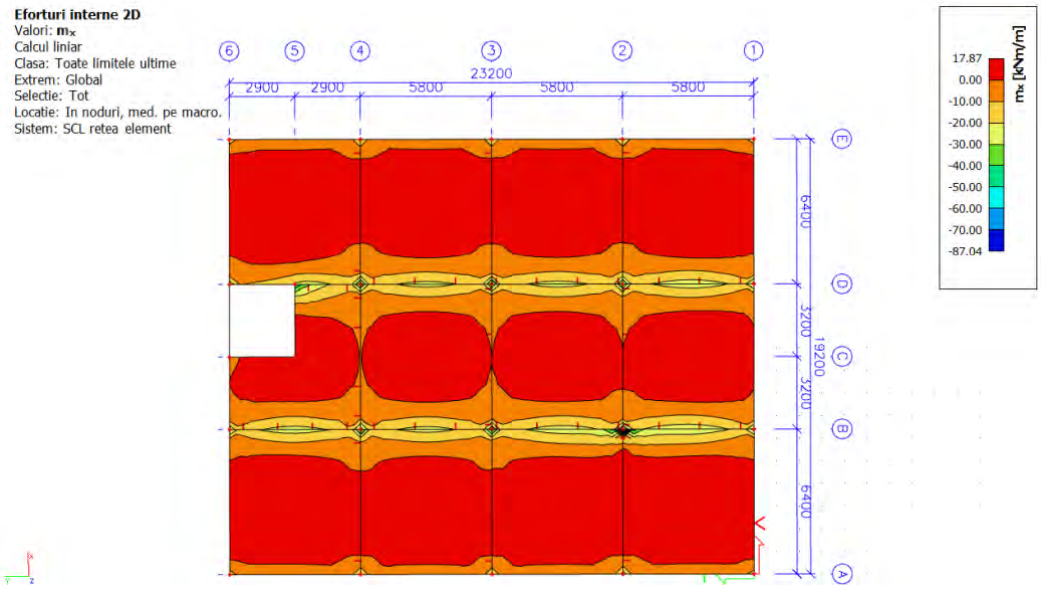


Figura 9- Eforturile secționale de la nivelul planșeului

VARIANTA 3

Golul casei scării s-a poziționat central.

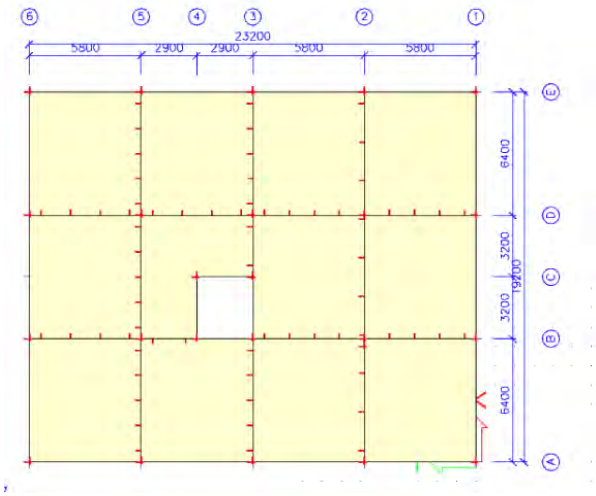


Figura 10 - Poziționarea golului

- T_1=0,41 s;
- În primul mod de vibrație este antrenată pe direcția Y o masă cu un procent de 83.32%;
- În cel de-al doilea mod de vibrație este antrenată pe direcția X o masă cu un procent de 81.83%;
- Pentru cele 10 moduri de vibrație, suma maselor este de 97.90% pe direcția X și 97.89% pe Y;

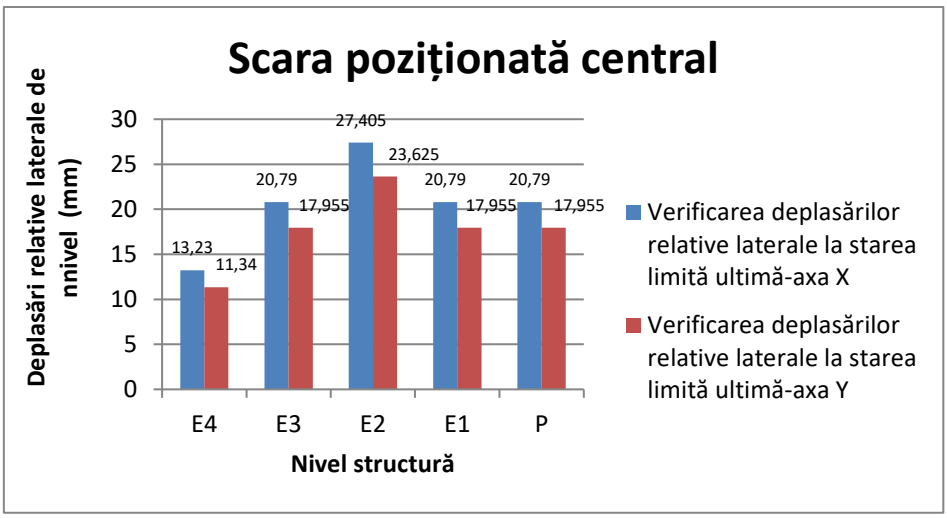


Figura 11- Verificarea deplasărilor relative laterale de nivel la starea limită ultimă

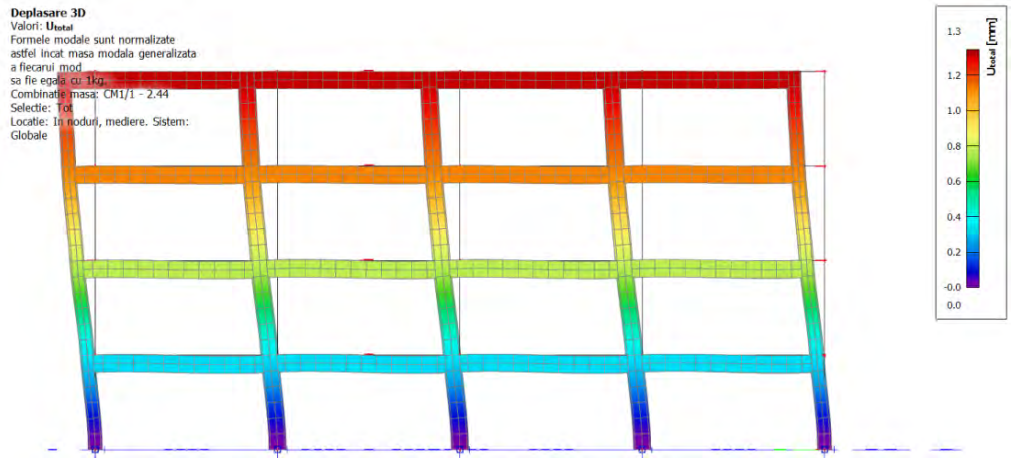


Figura 12- Forma deformată a structurii corespunzătoare primului mod propriu de vibrație

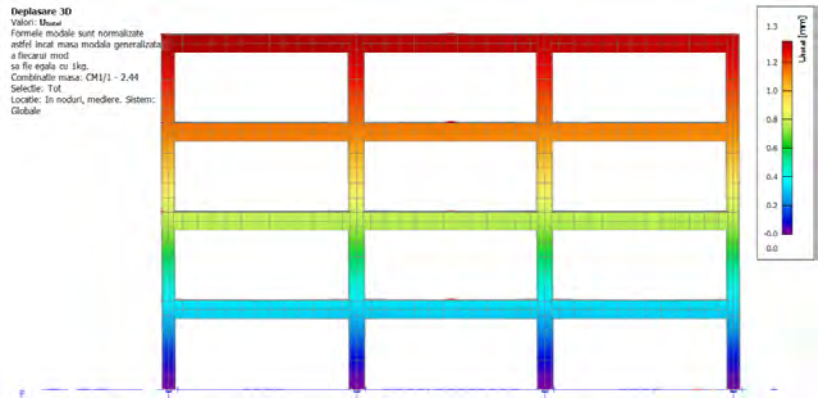


Figura 13- Forma deformată a structurii corespunzătoare primului mod propriu de vibrație

S-a constatat la analiza eforturilor secționale, o valoare a eforturilor interne mx la nivelul planșeului din beton armat redusă, ajungând la valoarea de 17.77 kNm/m pe direcția Y.

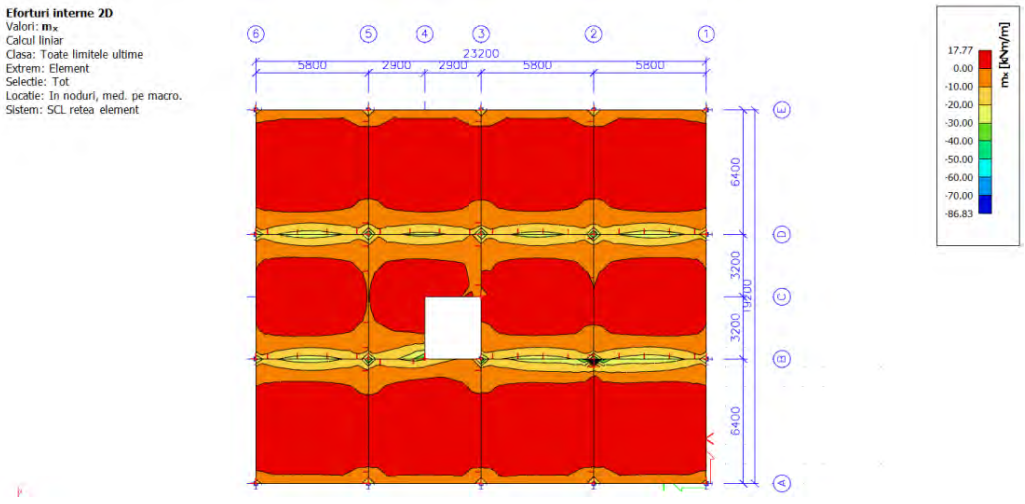


Figura 14- Eforturile secționale de la nivelul planșeului

3. Concluzii

- Perioadele fundamentale în toate cele trei variante au valori apropiate, niciuna dintre acestea nu se apropie de valoarea perioadei de colț a amplasamentului.
- În primul caz de conformare a scării, perioada fundamentală a structurii este 0.45s.
- S-a observat o valoare semnificativă a eforturilor interne mx la nivelul planșeului din beton armat, pentru prima variantă de poziționare a golului. În acest caz, valoarea maximă a fost 56.90 kNm/m, spre deosebire de 17.87 kNm/m în cazul al doilea sau 17.77 kNm/m în cazul al treilea.
- S-a remarcat că formele deformate asociate primului mod propriu de vibrație pentru fiecare din cele trei studii de caz prezentate au avut valori similare.
- Concluzionând, analiza realizată asupra structurii P+3E, în vederea studiului comportării acesteia, influențată de diferite poziționări ale golului pentru casa scării nu a arătat diferențe semnificative între cele trei cazuri studiate.

BIBLIOGRAFIE

1. P100-1/2013 – Cod de proiectare seismică. Partea I. Prevederi de proiectare pentru clădiri. Anexa E. pag 292-294;
2. SR-EN 1991-1-1:2004 – Acțiuni asupra structurilor (S-a utilizat pentru evaluarea încărcărilor asupra structurii care au fost introduse în programul de calcul);
3. NP 063-2002 – Normativ privind criteriile de performanță specifice scărilor și rampelor pentru circulația pietonală în construcții. (S-a utilizat pentru alegerea celor trei studii de caz prezentate).
4. CR 0-2012 Cod de proiectare. Bazele proiectării structurilor în construcții

ANALIZA SOLUȚIILOR ȘI EFICIENTIZAREA UNEI CLĂDIRI CIVILE P+1E

Autor/autori
Alexandra IURCEAC, Emilia- Elena NEMȚEANU
Facultatea de Construcții, Universitatea „Ovidius" din Constanța, , e-mail:secretariat_FC@univ-ovidius.ro.

Îndrumător/îndrumători
S.l. dr. ing. Cosmin FILIP
S.l. dr. ing. GabrielaDRĂGHICI
Facultatea de Construcții, Universitatea „Ovidius" din Constanța, , e-mail:secretariat_FC@univ-ovidius.ro.

REZUMAT: *În prezenta lucrare se studiază posibilele soluții constructive cu funcțiune de casă unifamilială. O clădire unifamilială cu regimul de inalțime P+1E, pe care o construim/proiectăm într-o zonă în care nu există predominant material local lemnul, o proiectăm/construim în sistem cadre din beton armat cu planșee din beton armat (pentru libertatea distribuirii pereților de compartimentare interioară), în schimb, dacă aceiași locuință dorim să o construim undeva la cota 1000-1500m altitudine sau în condițiile în care lemnul este material local/accesibil și zona seismică este redusă, putem utiliza planșeul din lemn peste etaj. Închiderea la partea superioară se realizează în ambele cazuri printr-o șarpantă din lemn, in două ape. În ambele variante de proiectare, este necesară utilizarea planșeului din beton armat peste parter, pentru asgiurarea rigiditații construcției la forțe laterale (seism), acesta asigurand rolul de „șaibă orizonotală rigidă"*

Avantajele utilizarii planșeului din lemn sunt:

- *Reduce masa totală a construcției*
- *Poate fi folosit în scopuri arhitecturale și de design interior.*
- *Utilizarea materialului local*
- *Protejarea mediului prin utilizarea de materiale regenerabile.*

Cuvinte cheie: Planșeu, lemn, rezistență, săgeată .

1. Organizarea lucrarii

Se proiectează un imobil P+1E, cu destinația locuință unifamilială, amplasată în localitatea Cluj. Structura de rezistență este alcătuită din cadre din beton armat turnat monolit, planșeu din beton armat peste parter și planșeu din lemn peste etaj. Închiderea la partea superioara se va realiza dintr-un acoperiș tip șarpantă în două ape.

Pentru alcătuirea și calculul structurilor din lemn, codurile actuale în vigoare NP 005/22 Eurocod 5 – SR EN 1991-1-1, iau în considerare două stări limită: stări limită ultimă ale capacității portante și stări limită de exploatare normale.

- *Starea limită ultimă* – corespunde epuizării capacității portante sau unei alte pierderi ireversibile necesare pentru exploatarea construcției, cum ar fi: ruperi ale elementelor de diferite naturi, pierderea stabilității, deformații remanente excesive ale elementelor;
- *Starea limită de exploatare normală* – corespunde întreruperii capacității de asigurare a unei exploatări normale a elementelor de construcție, cum ar fi: deformații statice sau dinamice, vibrații care afectează confortul persoanelor și alterarea materialului.

A. Clase de exploatare

Atât [1] cât și [2], definesc 3 clase de exploatare ale construcțiilor din lemn, și anume:

- **Clasa 1** de exploatare: care corespunde elementelor cu o umiditate a materialului lemnos la o temperatură de 20 ± 2°C și o umiditate a aerului nu mai mare de 65%;
- **Clasa 2** de exploatare: care corespunde elementelor cu o umiditate a materialului lemnos la o temperatură de 20 ± 2°C și o umiditate a aerului între de 65% - 80%;
- **Clasa 3** de exploatare: care corespunde elementelor cu o umiditate a materialului lemnos mai mare decât la clasa 2.

B. Specii de lemn utilizate

Principalele tipuri de lemn utilizate sunt următoarele:

- Bradul – lemn ușor și moale, rezistențe mecanice medii;
- Laricele – lemn potrivit de greu, moale, rezistențe foarte mari;
- Molidul – lemn ușor și moale, rezistențe mecanice medii, prelucrare fără dificultăți;
- Pinul – lemn greu și moale, rezistențe bune.

C. Clase de calitate

Normativul de proiectare [1], încadrează lemnul în 3 clase de calitate, clasa de calitate 1, clasa de calitate 2, clasa de calitate 3, în funcție de speciile de lemn de rășinoase și foioase (tabelul 2.3)

Conform [3] – Lemn de construcții. Clase de rezistență, încadrează lemnul de rășinoasele și plopul în 9 clase calitate/rezistență, notate cu litera “C” urmată de o cifră care reprezintă rezistența la încovoiere (C14, C16, C18, etc) și pentru lemnul de foioase îl încadrează în 6 clase de calitate/rezistență notate cu litera “D” urmată de aceeași cifră care reprezintă rezistența la încovoiere (D30, D35, D40, D50, D60, D70) (tabelul 1.1 – [3]).

D. Clase de durată a încărcării

Clasele de durată a încărcării de caracterizează prin efectul unei încărcări constante acționând pe o anumită perioadă de timp din durata de viață a structurii. Pentru o acțiune variabilă, clasa corespunzătoare trebuie determinată pe baza estimării modului tipic de variație în timp a încărcării.

Acțiunile trebuie încadrate în una din clasele de durată a încărcării indicate în tabelul 1 din [2], pentru calcule de rezistență și rigiditate.

Clasa de durată a încărcării	**Durata cumulată a încărcării de calcul**
Permanentă	mai mult de 10 ani
De lungă durată	6 luni...10 ani
De durată medie	1 săptămână...6 luni
De scurtă durată	mai puțin de o săptămână
Instantanee	

Tabelul 1. Clase de durată a încărcării (tabelul 2.1 din [2])

Clasa de durată a încărcării	**Exemple de încărcare**
Permanentă	greutate proprie
De lungă durată	încărcări din materiale depozitate
De durată medie	încărcări distribuite pe planșee, zăpada
De scurtă durată	zăpadă, vânt
Instantanee	Vânt, încărcări accidentale

Tabelul 2. Exemple de încadrare în clase de durată (tabelul 2.2 din [2])

Calculul elementelor supuse la încovoiere, conform [1] și [2], se face la starea limită de rezistență și la starea limită de deformație.

Prezenta documentație tratează calculul și verificarea elementelor de rezistență (podina de pardoseală și grinzile din lemn) pentru un planșeu din lemn ce delimitează etajul 1 de mansarda unui imobil. Se prezintă mai întâi partea teoretică a elementelor supuse la încovoiere iar în partea a doua se prezintă calculul propriu-zis cu valori și dimensiuni.

Pe parcursul lucrării se au în vedere atât prescripțiile de proiectare din [2] cât și cele din normativul de proiectare [1] cu notațiile specifice fiecărui cod și se vor face observații cu privire la diferențele obținute între cele două abordări.

Verificări ce trebuie îndeplinite:

1. Verificarea la capacitate portantă (verificarea de rezistență);
2. Verificarea condiției de stabilitate laterală.
3. Verificarea de rigiditate (deformația - săgeată);

<u>Verificarea la capacitate portantă (verificarea de rezistență)</u>

Pentru grinzile supuse la solicitarea de încovoiere simplă, relația de verificare pornește de la încovoierea oblică, așa cum este prezentat atât în [1] cât și în [2]:

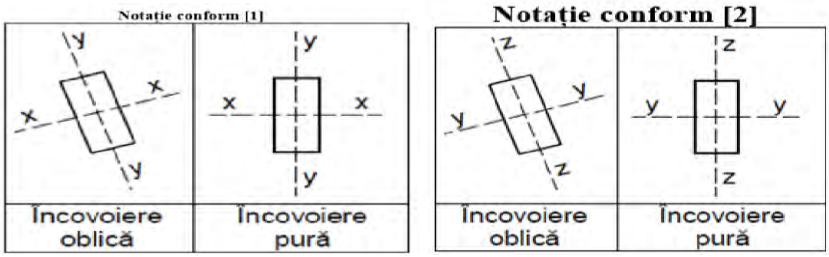


Figura 1. Notații secțiuni din cele două coduri de proiectare (figură elaborată de autor din [1] și [2]).

$$\pm\frac{M_{ef}^{x}}{M_{r}^{x}}\pm\frac{M_{ef}^{y}}{M_{r}^{y}}\leq 1\rightarrow\frac{M_{ef}^{y}}{M_{r}^{y}}\leq 1\rightarrow M_{ef}^{y}\leq M_{r}^{y} \quad (1)$$

$$\begin{cases}\dfrac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m.y,d}}+k_m*\dfrac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}}\leq 1\\ k_m*\dfrac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}}+\dfrac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}}\leq 1\end{cases}\rightarrow k_m=1 \quad (2)$$

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m.y,d}}=0\rightarrow\frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}}\leq 1\rightarrow\sigma_{m,z,d}\leq f_{m,z,d} \quad (3)$$

Observație: deoarece elementele planșeului din lemn sunt solicitate la încovoiere pură, momentul de pe direcția y (notația din [1]) și direcția z (notația din [2]) are valoarea 0 și deci rapoartele din relațiile de mai sus sunt nule.

y Notații și semnificații din [1]:

M_{ef}^{x}, M_{ef}^{y} - reprezintă momentele încovoietoare efective (de calcul) corespunzătoare axelor centrale principale de inerție ale secțiunii elementului;

M_{r}^{x}, M_{r}^{y}- reprezintă capacitățile de rezistență ale barei la încovoiere statică corespunzătoare axelor centrale principale de inerție ale secțiunii elementului;

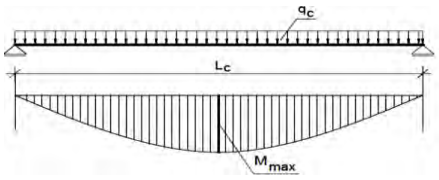
Notații și semnificații din [2]:

- $\sigma_{m,y,d}, \sigma_{m,z,d}$— reprezintă tensiunile din încovoiere în raport cu axele principale ale secțiunii barei;

$f_{m.y,d}, f_{m.z,d}$- reprezintă rezistențele de calcul la încovoiere corespunzătoare;

k_m- factor ce ține seama de redistribuirea tensiunilor pe secțiune și de eventualele neomogenități ale materialului; are valoarea $k_m = 1$, lemnul folosit în cazul de față este omogen cu secțiune plină.

Se poate observa că cele două formule, deși cu notații diferite, conduc la același rezultat iar pentru această verificare se vor utiliza în continuare notațiile din [1].



Calculul momentului încovoietor efectiv (de calcul) - M_{ef}^{y}

Figura 2. Schema statică grindă simplu rezemată – caz general

Generalizând, elementele din lemn se calculează ca grinzi simplu rezemate acționate de încărcarea uniform distribuită dată de sarcinile ce acționează asupra lor (q_c), cu distanța de rezemare - L_c - numită lungime de calcul iar momentul are valoarea:

$$M_{ef}^{y} = M_{max} = \frac{q_c * L_c^2}{8} \quad (4)$$

Determinarea rezistenței de calcul - $f_{m,d}$ – conform [2]

Pentru calculul la încovoiere a elementelor cu secțiuni plină (masivă), rezistența de calcul $f_{m,d}$ se determină cu relația generalizată din [4] astfel:

$$f_{m,d} = k_{mod} * \frac{f_{m,k}}{\gamma_M} \quad (6)$$

k_{mod}- reprezintă un factor de modificare ce ține seama de efectul duratei încărcării și al umidității, regăsite în tabelul 3.1 din [4];

$f_{m,k}$- reprezintă valoarea de calcul a unei proprietăți de rezistență;

γ_M- reprezintă un coeficient parțial de siguranță pentru material, identificat în tabelul 2.3 din [4];

Norma din Eurocod 5 are în vedere că în cele mai multe cazuri elementele încovoiate nu lucrează individual ci sunt legate cu alte elemente astfel încât se produce o redistribuire de solicitare. Un astfel de caz se poate întâlni la planșeele din lemn, unde grinzile sunt solidarizate cu panouri între ele sau deasupra, formând podina, și conducând la o îmbunătățire a comportării elementelor în cadrul sistemului. Acest efect favorabil este luat în considerare printr-un coeficient $K_{ls,}$ supraunitar, cu valoarea uzuală de 1.10.

Motivat de faptul că pentru determinarea rezistențelor experimentale ce au rezultat în tabelul 1 din SR EN 338 – Lemn de construcție. Clase de rezistență, au fost utilizate elemente cu înălțimea de 150 mm și o densitate a lemnului mai mică de 700 kg/m^3, este necesar să de ia în considerare și efectul de rezistență pentru elemente care nu au înălțimea de 150 mm (experimental s-a constat că pentru elemente cu înălțimea mai mică de 150 mm, rezistența crește datorită efectului eforturilor de compresiune). Corecția se va face cu coeficientul k_h:

$$k_h = min\begin{cases}\frac{150^2}{h}\\1.30\end{cases} \quad (7)$$

$$f_{m,d} = k_{mod} * \frac{f_{m,k}}{\gamma_M} = k_{mod} * K_{ls} * k_h * f_{m,k} * \frac{1}{\gamma_M} \quad (8)$$

Nr. crt.	Solicitarea	Simbol	Esența	Valorile coeficienților m_{ui} pentru clase de exploatare		
				1	2	3
1	Încovoiere statică	m_{ui}	Răşinoase	1.00	0.90	0,75
			Foioase			
2	Întindere în lungul fibrelor	m_{ut}	Răşinoase			0,90
			Foioase			
3	Compresiune în lungul fibrelor	$m_{uc\parallel}$	Răşinoase			0,75
			Foioase			0,70
4	Compresiune în planul normal pe direcția fibrelor	$m_{uc\perp}$	Răşinoase			0,70
			Foioase			
5	Forfecare în lungul fibrelor	$m_{uf\parallel}$	Răşinoase			0,80
			Foioase			

Tabelul 3. Valorile coeficienților condițiilor de lucru m_{ui} (tabelul 2.5 din [1]).

Nr. crt.	Natura solicitării	Simbol	Molid, brad, larice, pin			Plop			Stejar, gorun, cer, salcâm			Fag, mesteacăn, frasin, carpen		
			Clase de calitate											
			I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
1	Încovoiere statică	$R_{î}$	24,0	16,8	9,6	20,0	14,0	8,0	40,0	28,0	16,0	45,0	31,5	18,0
2	Întindere în Lungul fibrelor	R_{t}	14,4	8,6	4,3	21,0	12,6	6,3	22,5	13,5	6,8	27,9	16,7	8,4
3	Compresiune în lungul fibrelor	$R_{c\parallel}$	15,0	12,0	4,5	13,8	11,0	4,1	19,8	15,8	5,9	24,0	19,2	7,2
4	Compresiune în planul normal pe Direcțiafibr elor	$R_{c\perp}$	3,3	3,0	-	3,2	2,9	-	10,4	9,4	-	11,2	10,0	-
5	Forfecare în lungul fibrelor	$R_{f\parallel}$	3,0	2,7	-	2,7	2,5	-	6,4	5,7	-	5,0	4,5	-
6	Forfecare în planul normal pe direcția fibrelor	$R_{f\perp}$	12,0	10,8	-	10,4	9,4	-	24,0	21,6	-	16,0	14,4	-

Tabelul 4. Valorile rezistențelor caracteristice R_i ale lemnului natural, în MPa, (tabelul 2.3 din [1]

Solicitarea	Simbol	Clase de calitate								
		C 14	C 16	C 18	C 22	C 24	C 27	C 30	C 35	C 40
Încovoiere	fm,k	14,0	16,0	18,0	22,0	24,0	27,0	30,0	35,0	40,0

Tabelul 5. Valorile rezistențelor caracteristice ale lemnului masiv de rășinoase și plopi, $f_{m,k}$, în MPa, [3].

Nr. crt.	Solicitarea	Simbol	Valorile coeficienților γ_i
1	Încovoiere	γ_i	1,10

Tabelul 6. Valorile coeficienților de lucru γ_i, (tabelul 2.7 din [1]).

Verificarea condiției de stabilitate laterală

Pierderea stabilității laterale prin torsiune, conform [4], trebuie să se verifice atât în situația în care acționează doar momentul încovoietor, cât și în cazul în care momentul este însoțit de forța de compresiune. Pentru cazul grinzilor care sunt supuse numai la încovoiere (nu și la compresiune), verificarea se fac cu relația:

$$\sigma_{m,d} \leq k_{crit} * f_{m,d} \quad (9)$$

$\sigma_{m,d}$- reprezintă valoarea de calcul a tensiunii din încovoiere;

$f_{m,d}$- reprezintă valoarea de calcul a rezistenței la încovoiere;

k_{crit}-reprezintă un factor ce ține seama de reducerea rezistenței la încovoiere datorită flambajului;

Pentru grinzi ale căror abatere de la forma rectilinie se încadrează în maxim $L_c/300$, k_{crit} se poate determina cu expresia:

$$k_{crit} = \begin{cases} 1{,}00, pentru\ \lambda_{rel,m} \leq 0.75 \\ 1.56 - 0.75 * \lambda_{rel,m}, \quad pentru\ 0.75 < \lambda_{rel,m} \leq 1.4 \\ \frac{1}{(\lambda_{rel,m})^2}, \quad pentru\ 1.4 < \lambda_{rel,m} \end{cases} \quad (10)$$

Zvelțeța relativă (la încovoiere se consideră:

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{f_{m,k}}{\sigma_{m,crit}}} \quad (11)$$

- $f_{m,k}$ – reprezintă valoarea caracteristică a rezistenței la încovoiere;
- $\sigma_{m,crit}$ – reprezintă tensiunea de încovoiere critică, care pentru secțiuni dreptunghiulare pline are relația:

$$\sigma_{m,crit} = \frac{0.78*b^2}{h*l_{ef}} * E_{0.05} \quad (12)$$

în care:

b- reprezintă lățimea secțiunii elementului din lemn;

- h – reprezintă înălțimea secțiunii elementului din lemn;

- l_{ef} – reprezintă lungimea efectivă a elementului din lemn;

- $E_{0.05}$ – reprezintă valoarea caracteristică minimă a modulului de elasticitate al lemnului;

Verificare deformatie conform [2]:

Pentru structuri cu elemente structurale, componente sau îmbinări cu același comportament la curgere lentă și în ipoteza unei relații liniare între acțiuni și deformațiile corespunzătoare, deformația finală, u_{fin}, se determină astfel:

$$u_{fin} = u_{fin,G} + u_{fin,Q1} + u_{fin,Q2} \quad (13)$$

în care:

$u_{fin,G}$ - reprezintă săgeata dată de încărcarea permanentă;

$u_{fin,Q1}$ - reprezintă săgeata dată de încărcarea variabilă principală;

$u_{fin,Q2}$ - reprezintă săgeata dată de încărcări variabile secundare.

Deformația maximă finală trebuie să fie mai mică decât deformația maximă admisibilă:

$$u_{fin} \leq w_{net,fin} \quad (14)$$

În concluzie, toate informațiile prezentate mai sus reprezintă verificările necesare pentru calculul elementelor unui planșeu din lemn prin intermediul a doua ipoteze, verificarea cărora ne permite predimensionarea podinei și a grinzilor din lemn.

BIBLIOGRAFIE

[1] NP 005/22 Normativ privind proiectarea și verificarea construcțiilor din lemn
[2] Eurocod 5 Proiectarea structurilor din lemn
[3] Eurocod SR EN 338 Lemn pentru construcţii. Clase de rezistenţă
[4] SR EN 1995-1-1:2004 Proiectarea structurilor de lemn. Generalităţi. Reguli comune şi reguli pentru clădiri

THE WILLOW: CONCEPTUL ARHITECTURAL ŞI SUSTENABIL AL UNUI TURN CU STRUCTURĂ REZISTENTĂ SEISMIC

Autor/Autori

Dragos A. MATEI[1], Nicoleta N. POPA, Mădălina O. RUSU[3]

[1]*Facultatea de Arhitectură şi Urbanism, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Cluj Napoca,dragosmatei2001@gmail.com*
[2]*Facultatea de Arhitectură şi Urbanism, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Cluj Napoca, nicopopa2002@gmail.com*
[3]*Facultatea de Arhitectură şi Urbanism, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Cluj Napoca,madalinarusu124@gmail.com*

Îndrumător/Îndrumători

Șef lucr. Dr. Arh. Paul-Mihai MOLDOVAN
Facultatea de Arhitectură şi Urbanism, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca
paul.moldovan@arch.utcluj.ro

REZUMAT:

Lucrarea de față are ca scop proiectarea unui turn de 19 etaje în orașul Seattle, Washington, respectând condițiile date de regulamentul concursului anual Seismic Design Competition. Pe lângă studiul geotehnic, concepția, calcularea și analiza modului de comportare al structurii, realizarea unei machete din lemn de balsa, concursul presupune și concepția unei arhitecturi integrate contextului cu o puternică agenda din punct de vedere al sustenabilității.

La nivel de sustenabilitate, s-a dorit încadrarea construcției în normele prevăzute de LEED Platinum și WELL[1]. Propunerea urmărește simultan și încadrarea în bornele programului “Seattle District 2030” [2] prin utlizarea conceptului de “vertical drone farming”[3]. Minimizarea costurilor și păstrarea sincerității față de structura dată au fost puncte esențiale în dezvoltarea conceptului arhitectural. Fațada cortină autoportantă este dublată de un sistem de tuburi funcționale care urmăresc forma structurii. Aceastea din urmă încorporează un sistem de colectare al apelor pluviale, și nu numai. Seattle fiind un oraș abundent în precipitații[4]. Apa colectată este folosită atât în scopuri menajere (până la 70% din necesarul clădirii) cât și în irigarea plantelor. Fiecare tub conduce atât nutrienții care hrănesc plantele, cât și apa menajeră distribuită în clădire. Întreținerea și recoltarea plantelor se realizează cu ajutorul dronelor. Prezența plantelor în fațadă contribuie la minimizarea efectului de insulă termică urbană. Sistemul fațadei este completat de ferestrele fotovoltaice care contribuie la umbrirea optimă și producerea unui procent de până la 40% al curentului electric utilizat în clădire [5]. Sistemele de climatizare răspund la prezența ocupanților cu ajutorul unor senzori de mișcare.

Utilizarea cumulată a sistemelor menționate concretizează conceptul sustenabilității în propunerea arhitecturală.



1.Introducere

Seismic Design Competition este un concurs anual de inginerie seismică organizat de Student Leadership Council (SLC) și Earthquake Engineering Research Institute (EERI) în Statele Unite ale Americii. Competiția are ca scop promovarea studiului ingineriei seismice în rândul studenților, precum și abordarea practică a seismului și problemele pe care le implică. Concursul constă în proiectarea unei structuri date prin regulament, ce trebuie să reziste la două trepte de încărcare seismică. Pentru a simula aceste încărcări, participanții trebuie să realizeze o machetă din lemn de balsa la o scară mai mică, care apoi este testată pe masa seismică pentru a observa comportamentul acesteia. În cadrul concursului, modelul testat reprezintă o clădire funcțională, de 19 etaje, ce trebuie să respecte un set de reguli impuse cu privire la formă, dimensiuni, mod de execuție și arhitectură.
Seismic Design Competition 2024 a fost organizat în Seattle, Washington. Orașul ales influențează construcția în privința aspectelor geotehnice și arhitecturale, iar situl prestabilit aflat în interiorul orașului impune la rândul său anumite constrângeri.
Din punct de vedere arhitectural, construcția simuleaza o clădire turn complet funcțională pentru care se stabilesc utilizatori împreună cu funcțiunile deservite, fluxurile de circulație, aspectul interior și exterior, iar cel mai important, caracterul sustenabil al clădirii.
Cerințele concursului pe partea de arhitectură implică munca pe mai multe paliere de analiză: amplasament, concept arhitectural, sustenabilitate, funcțiuni, circulații și accesibilitate, toate rezultând într-un proiect complex, cu posibilă aplicabilitate și cu aport valoros în fondul construit al orașului.

2. Amplasament

Înălțându-se între mărețul lanț muntos Cascade și apelor impunătoare ale Puget Sound, Seattle este un oraș captivant care încarnează esența Pacificului de Nord-Vest. Această metropolă vibrantă este renumită pentru activitatea sa industrială, comercială și culturală înfloritoare, care pulsează neîncetat pe tot parcursul zilei.

Locația propusă la intersecția dintre 4th Ave și James St. în centrul orașului Seattle se bucură de o poziționare deosebită, în apropierea a două repere identitare ale metropolei nord-americane : Smith Tower și Columbia Centre Acestă amplasare oferă rezidenților și vizitatorilor acces facil la o varietate

de facilități urbane, incluzând un sistem de transport intermodal eficient, numeroase magazine, restaurante de renume și opțiuni variate de divertisment.

3. Concept arhitectural

În cadrul acestei abordări arhitecturale, s-a urmărit crearea unui ecosistem urban funcțional, inspirat de natură, care să reflecte principiile sustenabilității și biodiversității. Inspirat de salcia ("Willow")-

(fig.1.), un arbore recunoscut pentru diversitatea și interconectivitatea sa în ecosistemul natural, turnul propus a fost conceput pentru a oferi un mediu propice atât pentru interacțiunea umană, cât și pentru conservarea biodiversității urbane.

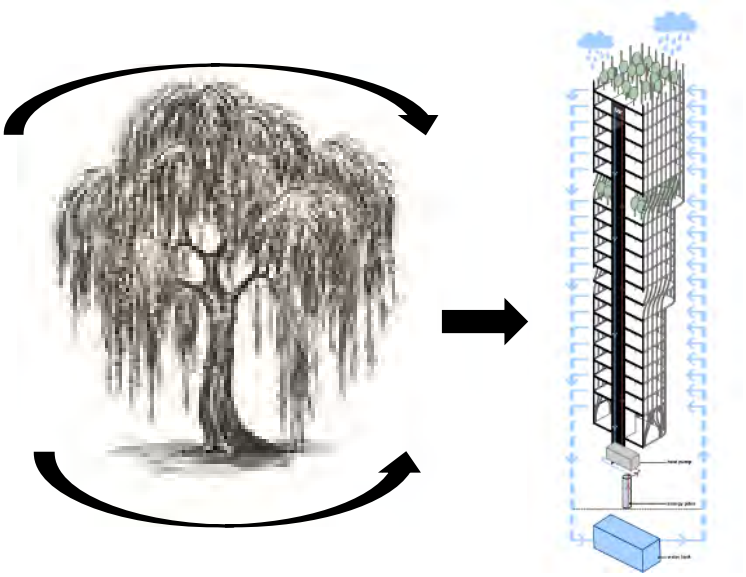


Fig.1 - Salcia

În procesul de proiectare, s-a acordat atenție integrării elementelor verzi, optimizării circulației aerului și a luminii, precum și creării habitatelor pentru fauna urbană. Aceste aspecte au fost abordate cu rigurozitate științifică, luând în considerare principiile de sustenabilitate și eficiență funcțională.

În continuare, vom explora modul în care "The Willow" își împrumută numele și își onorează esența, funcționând ca un ecosistem urban viabil și contribuind la îmbunătățirea calității vieții în mediul urban modern.

Căutând modalități prin care arhitectura și natura pot să se îmbine, “The Willow” (“Salcia”)[6] îmbină arhitectura biomimetică și biomorfică prin concepte precum: spații deschise și design peisagistic, utilizarea materialelor naturale locale, arhitectură prietenoasă cu animalele, păsările și alte specii și oferirea unor vederi pitorești asupra mediului natural din Seattle. Silueta este definită de un sistem de recoltare și distribuție a apei de ploaie, fragmentat și delimitat de două grădini: un parc înalt și o grădină pe acoperiș.

Aceste elemente nu doar contribuie la aspectul estetic al clădirii, ci și la promovarea biodiversității[7] și la îmbunătățirea calității mediului înconjurător. Astfel, “The Willow” servește ca studiu de caz elocvent pentru integrarea gradinilor în designul arhitectural, subliniind potențialul acestora de a îmbunătăți calitatea vieții urbane și de a crea legături mai strânse între oameni și natură.[8]

4. Sustenabilitate

Sustenabilitatea a fost principala preocupare a noastră. “The Willow” funcționează ca un ecosistem natural. Aceasta include elemente inovatoare precum un sistem de mixt de fațadă autoportantă prevăzut cu elemente pentru colectarea apei de ploaie cu și cu sticlă fotovoltaică [9], agricultură verticală și ventilație naturală, care este controlată de software răspunzând prezenței ocupanților.

Plecând de la un angajament profund față de sustenabilitate, “The Willow” integrează soluții inovatoare pentru a crea un mediu construit care să funcționeze în armonie cu mediul înconjurător. Prin utilizarea elementelor funcționale și estetice de tubulatură verticală liniară(fig.2), clădirea reușește să transporte apa către și dinspre facilitățile de tratare a apei amplasate în subsolul construcției, contribuind astfel la conservarea resurselor hidrice și la reducerea impactului asupra mediului. De asemenea, aceste elemente creează un microclimat răcoritoar, devenind, asemenea salciei, un habitat propice pentru biodiversitate [10] și contribuind la îmbunătățirea calității aerului din jur.

Prin intermediul sistemului de ventilație naturală controlat de software, clădirea răspunde dinamic la prezența oamenilor, asigurând un climat interior confortabil și eficient din punct de vedere energetic. Toate aceste aspecte fac ca “The Willow” să fie recunoscută și certificată conform standardelor LEED [11], confirmând angajamentul său ferm față de sustenabilitate și bunăstare a utilizatorilor.

În plus, “The Willow” utilizează piloți energetici [12], folosind energia geotermală pentru reglarea temperaturii, oferind o soluție eficientă care reduce consumul pentru încălzirea și răcirea spațiilor. Această metodă prietenoasă cu mediul reduce emisiile de CO2 cu aproximativ 40% și obține o reducere cu 45% a consumului de energie.

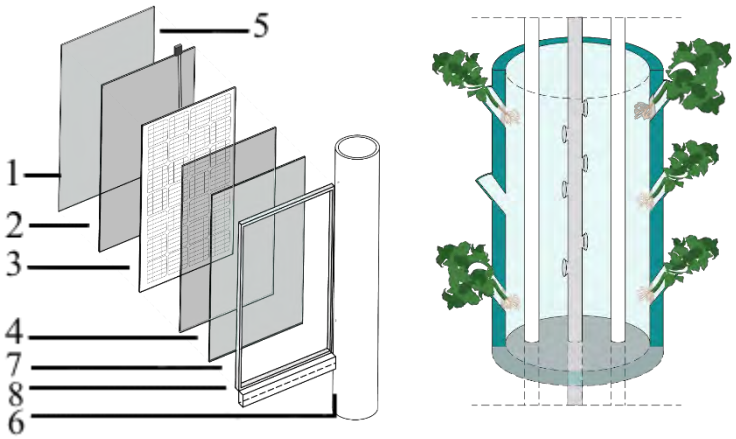


Fig.2- Sistem fațadă

1.Foaie de sticlă

2.Strat de incoroprare

3.Celule de înaltă eficientă

4.Sticlă antireflexie

5.Cutie de joncțiune

6.Element de fațadă "Xylem"

7.Cadru de montant

8.Jgheab de colectare

5. Utilizare.

În cadrul analizei privind împărțirea spațiului, “TheWillow” se evidențiază prin organizarea sa distinctivă. Primele etaje gazduiesc spatii comerciale cu rolul de a anima spatiul urban adiacent. Etajele 4 până la 13 sunt rezervate spațiilor de birouri, în timp ce etajele 15 până la 19 sunt destinate rezidențelor private, oferind perspective panoramice asupra peisajului urban. Această structură spațială este reprezentativă pentru integrarea conceptelor sustenabile în proiectare, aducând împreună eficiența funcțională și eleganța estetică. Silueta clădirii este sculptată de un sistem de fațadă dedicat recoltării și distribuției apei, fragmentat și delimitat de două spații verzi distincte: un parc intermediar și o grădină pe acoperiș.[13] De asemenea, adăugarea unui restaurant de prestigiu, Canlis Rooftop, subliniază

angajamentul clădirii de a fi o destinație urbană de elită, consolidându-și prestigiul în comunitatea urbană.

6. Concluzie

În această lucrare s-a urmărit demersul conceperii unui turn care nu doar îndeplinește cerințele organizatorilor SDC prescrise prin regulament.Pentru a reduce impactul asupra mediului, s-a folosit un sistem de fațadă sustenabilă, care colectează apele pluviale, le reutilizează strategic în ecosistemul clădirii și susține creșterea și cultivarea plantelor folosind una dintre cele mai laîndemână resurse naturale ale statului Washignton - Apa pluvială. Prin acest proiect s-a obținut o clădire multifuncțională cu o amprentă redusă de carbon, care devine un nou reper al orașului.Astfel, “The Willow” devine, asemenea unei salcii din lumea reală, un ecosistem care funcționează conform principiilor susținute de 2030 Seattle Distrinct.[14]

REFERINȚE

[1] International Well Building Institute. (n.d.). https://www.wellcertified.com/certification/v2/
[2] *The Seattle 2030 district*. Seattle - 2030 Districts Network. (n.d.). https://2030districts.org/seattle/
[3] Federman, P. by S. (2018, August 14). *Vertical farming for the future*. USDA. https://www.usda.gov/media/blog/2018/08/14/vertical-farming-future
[4] Does it always rain in Seattle?. Explore Seattle Southside. (n.d.). https://www.seattlesouthside.com/does-it-always-rain-in-seattle (last viewed 12/01/2023)
[5] (PDF) photovoltaic Facade Performance Evaluation. (n.d.). https://www.researchgate.net/publication/356741556_Photovoltaic_Facade_Performance_Evaluation
[6] Sarah Verlinde. (2023, July 12). Pacific willow. University of Washington Bothell https://www.uwb.edu/wetland/plants/salix-lasiandra (last viewed 12/10/2023)
[7] Karnik, P. (2022, February 1). 10 ways architecture and nature can be combined - RTF: Rethinking the future. RTF | Rethinking The Future. https://www.re-thinkingthefuture.com/sustainable architecture/a3238-10-ways-architecture-and-nature-can-be-combined/#google_vignette
[8] Shahrina, .S.A.(2009) Green Skyscraper: Integration of Plants into Skyscrapers (Degree Project SoM EX 2009-35), [Master Thesis , KTH, Department of Urban Planning and Environment Division of Urban and Regional Studies Kungliga Tekniska].
[9] Xu, L., Huang, H., Ji, J., Cai, J., & Dai, L. (2024). Hybrid energy saving performance of translucent CdTe photovoltaic window on small ship under sailing condition. *Energy*, *295*, 131070. https://doi.org/10.1016/j.energy.2024.131070
[10] 2226 Emmenweid Emmenbrücke, Switzerland. Baumschlager Eberle Architekten. https://www.baumschlager-eberle.com/en/work/projects/projekte-details/2226-emmenweid/ (last viewed 12/05/2023)
[11] Guide to LEED Certification: Commercial. U.S. Green Building Council. (2020, August 15). https://www.usgbc.org/tools/leed-certification/commercial (last viewed 12/10/2023) [10] WELL v2. WELL. (n.d.). https://v2.wellcertified.com/en/wellv2/overview (last viewed 12/09/2023)
[12] Piles - energy pile. Franki Foundations UK. https://www.frankifoundations.co.uk/en/techniques/piles/energy/piles-energy-pile
[13] Detail 3/2023 Guesthouse and Art Museum Near Sidney
[14] Seattle District - Seattle. Seattle - 2030 Districts (2023, February 9). https://2030districts.org/seattle/seattle-district/ (last viewed 12/11/2023)

OPTIMIZAREA MODELULUI PRIN ANALIZĂ STRUCTURALĂ ITERATIVA: REZULTATE ȘI IMPLICAȚII

Autor/autori
Andrei MITU[1], Victor George MITEA [2], David HAVRSTIUC[3]
[1]*Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Cluj Napoca, andre.mitu@yahoo.com*
[2]*Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Cluj Napoca, victormitea64@gmail.com*
[3]*Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Cluj Napoca, davidhavrstiuc@gmail.com*

Îndrumător/îndrumători

Șef lucr. Dr. Ing. Ovidiu PRODAN
Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Cluj Napoca
Ovidiu.Prodan@mecon.utcluj.ro

REZUMAT: *Lucrarea are ca scop proiectarea unei clădiri înalte de 19 etaje, situată în orașul Seattle, Washington din Statele Unite ale Americii, ținându-se seamă de predispoziția zonei la producerea unui cutremur. Se urmărește obținerea unei clădiri eficiente din punct de vedere al utilizării resurselor materiale, cu o comportare cât mai bună la seism (deplasări și accelerații minime). Conceptul adoptat respectă un set de reguli privind configurația geometrică a clădirii și dimensiunile maxime a elementelor structurale. Cea mai mare provocare o constituie variația dimensiunilor secțiunii etajelor, soluția propusă fiind utilizarea stâlpilor frânți și a contravântuirilor poziționate în așa fel încât se obține o variație liniară a rigidității ansamblului structural pe înălțimea clădirii. În urma analizei modelului în programul de calcul structural SAP2000, rezultatele obținute au fost interpretate în vederea obținerii unei bune comportări a structurii la cutremur, dar și din punct de vedere al fezabilității acesteia raportate la considerente economice.*

Cuvinte cheie: Analiză structurală, cutremur, lemn Balsa, predicții, contravântuire

1. Introducere

Ca urmare a mișcărilor tectonice, faliile ce mărginesc zona orașului Seattle (falia Seattle, Southern Whidrey Island și Rattlesnake Mountain) pot interacționa la mare adâncime, producând un seism cu o magnitudine de peste 7 pe scara Richter. Istoricul seismicității din statul Washington in regiunea Puget Sound prezinta cutremure de peste 6.0 Mm în anul 1909,1939,1946,1949,1965 si 2001. Obiectul studiului îl constituie propunerea unui ansamblu structural complex pentru o clădire a cărei configurație geometrică este impusă, capabil să conducă la degradări minime ale construcției în urma unui asemenea seism.

2. Concept structural

Cel mai important criteriu care trebuie îndeplinit la clădirile înalte este reducerea deteriorării clădirii în cazul unui cutremur. Având în vedere forma turnului, când este supus unui cutremur apare fenomenul de torsiune. Astfel, o structură de tip tub in tub este viabilă pentru a preveni torsiunea. Centrul de rigiditate este localizat pe aceeași axă cu centrul de masă, alături de deplasarea rotațională redusă.

Totodată, având în vedere forma înaltă și zveltă a clădirii, a trebuit să se țină seama de efectul P-Delta, manifestat datorită deplasării laterale a stâlpilor. [23] Acest efect apare din cauza modificării

geometriei structurii care duce la o redistribuire a tensiunilor interne. Trecerea cu vederea poate duce la evaluări inexacte ale comportamentului structural și ale proiectelor care ar putea pune în pericol siguranța. Pentru a preveni prăbușirea clădirii este nevoie de o distribuire egală a rigidității între etaje. Acest lucru realizându-se prin utilizarea eficienta a contravântuirilor. Astfel, introducerea contravantuirilor de tip „X”, „Mega”, „chevron” si „chevron ul inversat” urmareste sa abordeze deplasarile laterale prin distribuirea uniforma a tensiunilor in intreaga structura.

O altă preocupare crucială care necesită atenție este proiectarea centrului de rigiditate la o distanță neglijabilă față de centrul de masă. Acest lucru va minimiza efectele de torsiune, care s-au dovedit a fi extrem de dăunătoare, în special având în vedere forma asimetrică impusă. Pentru a rezolva acest lucru, miezul structurii este modelat într-o formă simetrică continuă, suportând toate eforturile de încărcare. Tensiunile din consolele sunt îndreptate și spre centrul rigid, pentru a evita supraîncărcarea consolelor .

În plus, podelele sunt concepute pentru a acționa ca plăci rigide, care au ca scop reducerea efectelor de torsiune. Adoptând această strategie, clădirea este înclinată să sufere mișcări orizontale în timpul activității seismice, minimizând astfel riscul de avarie punctuală



Fig 1.

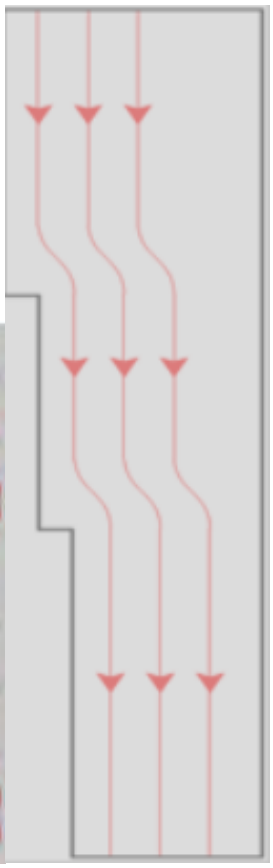


Fig 2.

3. Predicția comportamentului structural

Pentru a asigura predicții precise ale răspunsului clădirii la încărcare seismică, a fost folosită o combinație de analiză structurală computerizată și teste experimentale. A fost efectuată o cercetare amănunțită pentru a obține informații inițiale asupra potențialelor modele structurale. Pe baza acestor constatări, a fost elaborat un model preliminar, folosind software-ul SAP 2000. Pentru a crește acuratețea predicțiilor, trebuie luată în considerare natura neomogenă a materialului și imperfecțiunile îmbinării. Prin urmare, au fost efectuate teste de laborator pentru a determina modulul elastic și densitățile materialului. Pentru a obține o structură care este atât durabilă, cât și ușoară, se vor folosi diferite tipuri de lemn cu densități și dimensiuni de secțiune diferite.

În programul structural au fost aplicate sarcinile dinamice și statice, inclusiv cutremurele “GM#1”, “GM#2” și greutățile suplimentare. Pentru analiza celei de-a doua mișcări ale terenului, cele 11 mișcări ale terenului rezultate prin diferite programe, au fost introduse pe rând. Acest pas crucial a avut ca scop identificarea mișcării solului care ar putea cauza cele mai multe daune clădirii, asigurând un design care abordează această problemă. O analiză neliniară a fost efectuată ca mijloc de extragere a datelor privind deriva și accelerația superioară, diagramele de deplasare și viteza de vârf. Mai multe modele din lemn de balsa la scară largă vor fi construite și supuse testării pe masa de agitare. Două accelerometre vor fi fixate la bază și în partea superioară a structurii, oferind valori experimentale pentru derive și accelerații de vârf ale acoperișului. Datele de ieșire vor fi comparate cu datele obținute din programul de analiză structurală. Procesul va fi repetat de mai multe ori pentru a obține cea mai rezistentă versiune a clădirii și pentru a crește acuratețea predicțiilor.

3.1. Prima iterație

În faza inițială, s-au adoptat valori standard pentru modulul de elasticitate și amortizare, stabilindu-le la E=4000 N/mm și respectiv o amortizare de 5%. Rezultatele primei iterații din analiza structurală au indicat o perioadă proprie asociată primului mod de vibrație, T1=0.17809 secunde. În cadrul acestei iterații, masa structurii a fost calculată la m=548.393 g.

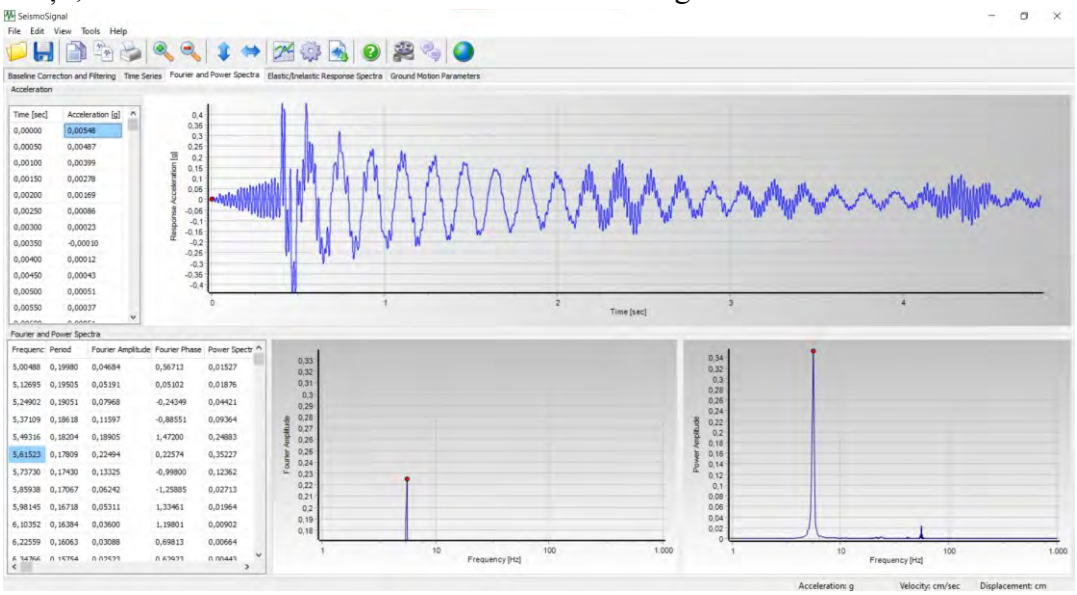


Fig 4. Perioada de vibrație

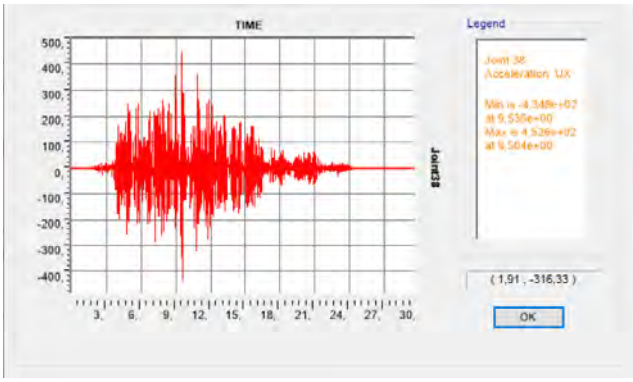


Fig. 5 Seism 1. Accelerația absolută SAP2000 [m/s^2]

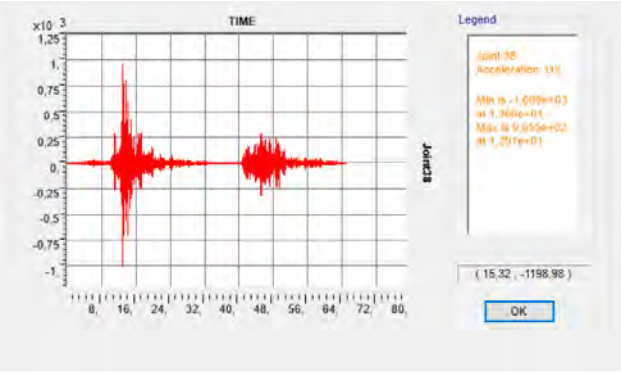


Fig.6 Seism 2. Accelerația absolută din din SAP2000 [m/s^2]

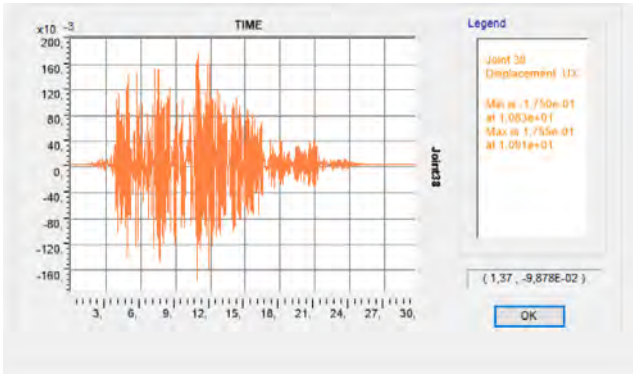


Fig.7 Seism 1. Deplasarea relativă la ultimul nivel- SAP2000 [mm]

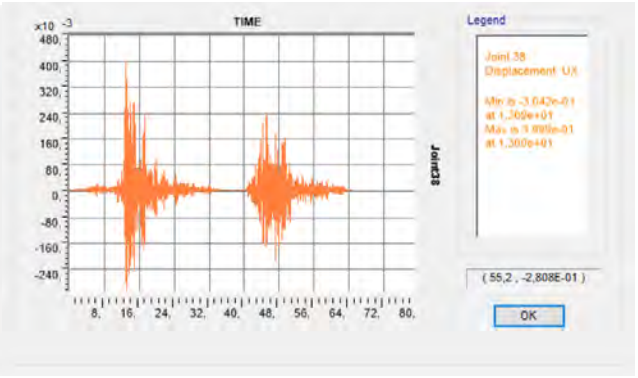


Fig.8 Seism 2. Deplasarea relativă l ultimul nivel- SAP2000 [mm]

În timpul primului seism, s-a înregistrat o accelerație maximă absolută de a=1.17g și o deplasare maximă de 0.44 cm la ultimul nivel, conform datelor furnizate de SAP2000. În contrast, în timpul celui de-al doilea seism, a fost înregistrată o accelerație maximă absolută de a=2.49g și o deplasare maximă de 1.01 cm la același nivel.

De asemenea, luând în considerare aspectele economice, profitul generat de clădire pe parcursul unui an este de 634,687.39 $.

ANNUAL BUILDING COST	
Cc	8929835.27
Ca	0.00
Land Cost	5040000.00
Design Life	100.00
Annual Building Cost	**139698.35**

ANNUAL SEISMIC COST	
Equipment Cost	15000000
Return Period 1	50
Return Period 2	300
XD1	0.001387
AD1	0.068677
XD2	0.5
AD2	0.5
mean μX [%]	1.5
standard σX [%]	0.5
mean μA [g]	1.75
standard σA [g]	0.7
Economic Loss 1	**147099.43**
Economic Loss 2	**11961681.00**
Annual Economic Loss 1	**2941.99**
Annual Economic Loss 2	**39872.27**

FINAL ANNUAL REVENUE	817200.00
FINAL ANNUAL BUILDING COST	139698.35
FINAL ANNUAL SEISMIC COST	42814.26
FINAL ANNUAL BUILDING INCOME	**634,687.39**
D = 5%	
750000	

Mass in grams	549
Mass in Pounds (lbs)	1.210337819

3.2. A doua iterație

Pentru a obține predicții cât mai exacte, comportare cât mai asemănătoare cu cea de pe masa seismică, este necesară calibrarea modelului prin încercări experimentale ale omogenității materialelor, modulului de elasticitate și densitățile elementelor. Din cauza lipsei omogenității lemnului balsa, plăcile de lemn balsa sunt sortate în funcție de densitatea lor. Pentru elementele structurale care joacă un rol important în preluarea încărcărilor seismice, precum stâlpii și contravântuirile din nucleul central, s-a utilizat un tip mai dur de lemn balsa. Prin urmare, modulul de elasticitate folosit în SAP2000 este corectat în funcție de perioada experimentală a structurii, care este aflată de pe masa vibrantă, prin aplicarea a 10 impulsuri in partea superioara a machetei. Accelerometrul va înregistra toate aceste date rezultate de pe urma impulsurilor, urmând ca accelerograma obținuta sa fie procesata prin intermediul relațiilor Fourier in programul Seismo Signal. Programul va returna frecventa structurii. Astfel, având frecventa se va determina perioada experimentala medie a structurii. Având această perioadă se va modifica modulul de elasticitate, astfel încât perioada din SAP2000 să fie identică cu cea experimentală.

La a doua iterație s-a folosit valoarea modulul de elasticitate E= 1100N/mm^2 și valoarea amortizării de 7%, date în urma aflării perioadei de vibrație experimentale. În urma analizei, programul de analiză structurală a generat o valoare a perioadei proprii aferente modului de vibrație T1= 0.184s. Masa acestei structuri este de m=320g.

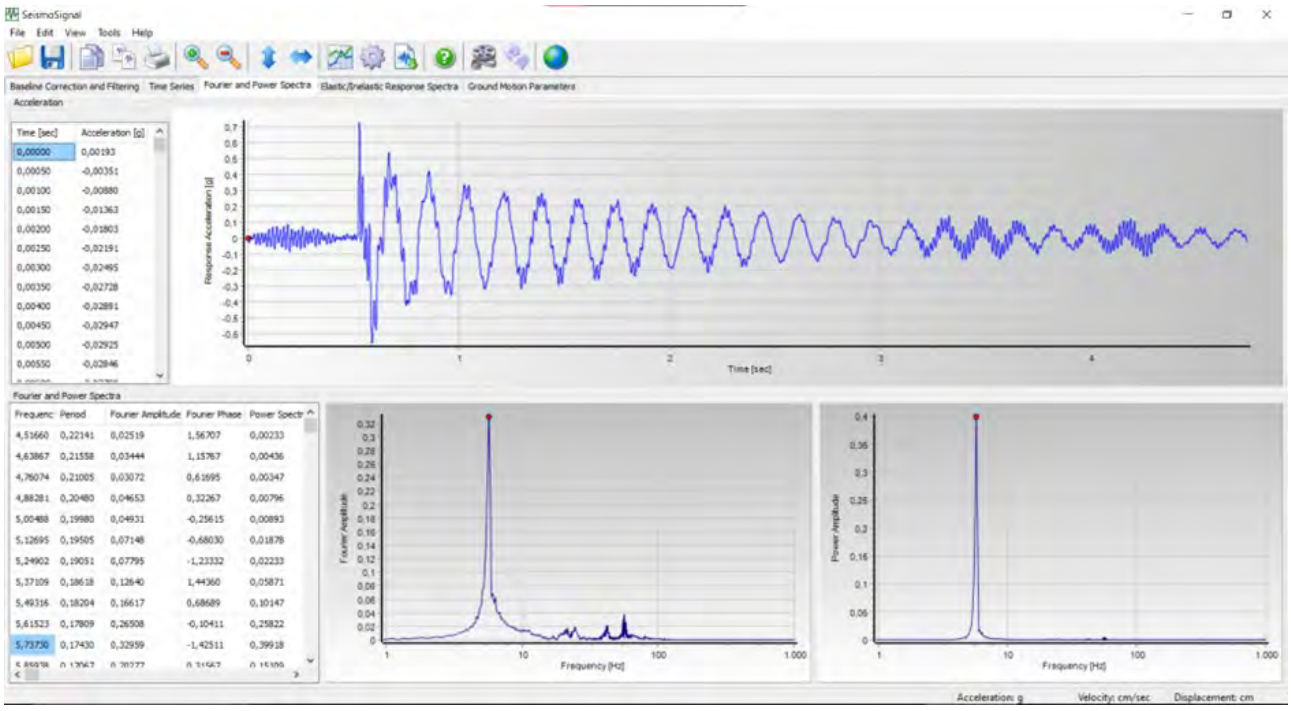


Fig.9 Aflarea frecventei structurii din vibrații libere

În timpul primului seism, accelerația maxima absolută la ultimul nivel din SAP 2000 este a=1.27g și deplasarea maximă este 0.56 cm. În timpul celui de al doilea seism, accelerația maxima absolută la ultimul nivel din SAP2000 este a=2.42g și deplasarea maximă de 1.21 cm.

Conform celor mentionate mai sus, profitul generat de clădire pe perioada unui an este de 637,556.73 $

ANNUAL BUILDING COST	
Cc	6995401.91
Ca	0.00
Land Cost	5040000.00
Design Life	100.00
Annual Building Cost	**120354.02**

Mass in grams	320
Mass in Pounds (lbs)	0.705479239

ANNUAL SEISMIC COST	
Equipment Cost	15000000
Return Period 1	50
Return Period 2	300
XD1	0.001387
AD1	0.068677
XD2	0.5
AD2	0.5
mean μX [%]	1.5
standard σX [%]	0.5
mean μA [g]	1.75
standard σA [g]	0.7
Economic Loss 1	**1039865.01**
Economic Loss 2	**10997700.96**
Annual Economic Loss 1	**20797.30**
Annual Economic Loss 2	**38491.95**

FINAL ANNUAL REVENUE	817200.00
FINAL ANNUAL BUILDING COST	120354.02
FINAL ANNUAL SEISMIC COST	59289.25
FINAL ANNUAL BUILDING INCOME	**637,556.73**
D = 5%	
750000	

3.3. A treia iterație

Pentru a îmbunătăți precizia analizei, în cadrul celei de-a treia iterații, am testat modulul de elasticitate al mai multor plăci, având în vedere că acest aspect joacă un rol crucial în simulările efectuate în SAP2000. Prin ajustarea acestor parametri și obținerea unei mai mari exactități în modelele utilizate, ne asigurăm că rezultatele obținute vor fi cât mai apropiate de comportamentul real al clădirii în situații de seism, contribuind astfel la o evaluare mai precisă a performanței structurale și la identificarea eventualelor vulnerabilități.

Acestea fiind spuse modulul de elasticitate a fost calculat la E=1400N/mm^2 și valoarea amortizării de 7%, date în urma aflării perioadei de vibrație experimentale. În urma analizei, programul de analiză structurală a generat o valoare a perioadei proprii aferente modului de vibrație T1= 0.17430s. Masa acestei structuri este de m=370g.

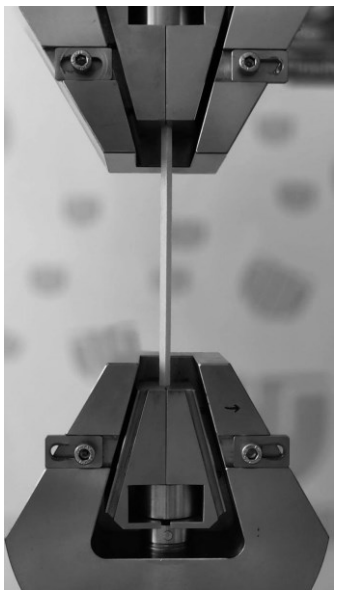


Fig.10 Test modul de elasticitate

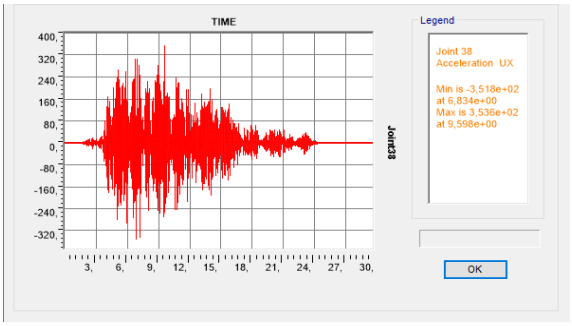


Fig. 11 Seism 1. Accelerația absolută SAP2000 [m/s^2]

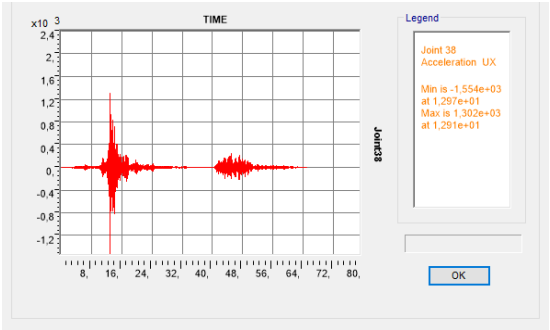


Fig.12 Seism 2. Accelerația absolută din din SAP2000 [m/s^2]

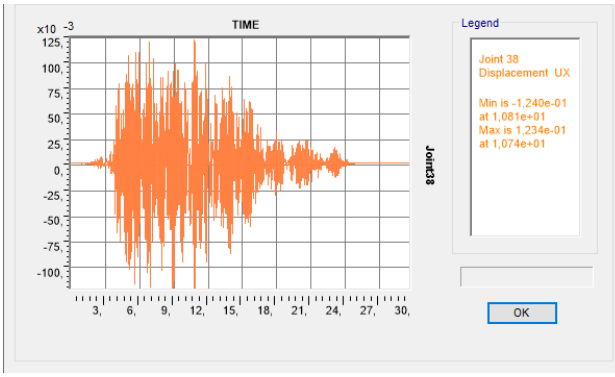


Fig.13 Seism 1. Deplasarea relativă la ultimul nivel- SAP2000 [mm]

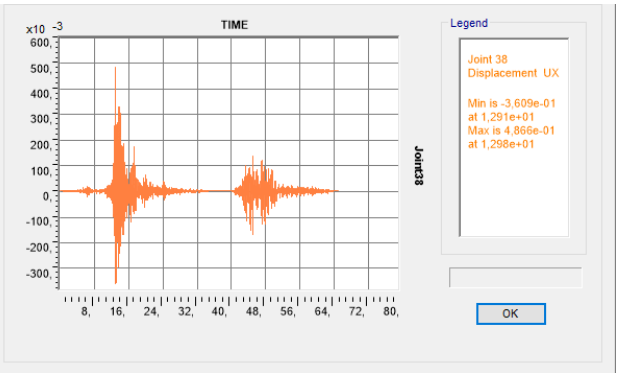


Fig.14 Seism 2. Deplasarea relativă l ultimul nivel- SAP2000 [mm]

În timpul primului seism, s-a înregistrat o accelerație maximă absolută de a=1.02g și o deplasare maximă de 0.5 cm la ultimul nivel, conform datelor furnizate de SAP2000. În contrast, în timpul celui de-al doilea seism, a fost înregistrată o accelerație maximă absolută de a=2.31g și o deplasare maximă de 1.07 cm la același nivel.

De asemenea, luând în considerare aspectele economice, profitul generat de clădire pe parcursul unui an este de 647,606.88 $.

ANNUAL BUILDING COST		ANNUAL SEISMIC COST		FINAL ANNUAL REVENUE	831200.00
Cc	7330766.82	Equipment Cost	15000000	FINAL ANNUAL BUILDING COST	123707.67
Ca	0.00	Return Period 1	50	FINAL ANNUAL SEISMIC COST	59885.45
Land Cost	5040000.00	Return Period 2	300	FINAL ANNUAL BUILDING INCOME	647,606.88
Design Life	100.00	XD1	0.001387	D = 5%	
Annual Building Cost	**123707.67**	AD1	0.068677	750000	
		XD2	0.5		
		AD2	0.5		
		mean μX [%]	1.5		
		standard σX [%]	0.5		
		mean μA [g]	1.75		
		standard σA [g]	0.7		
		Economic Loss 1	**1040330.27**		
		Economic Loss 2	**11165383.41**		
		Annual Economic Loss 1	**20806.61**		
		Annual Economic Loss 2	**39078.84**		
Mass in grams	370				
Mass in Pounds (lbs)	0.81571037				

În acest sens, deși singura constantă din cele trei iterații experimentale este configurația geometrică a core-ului, analiza noastră s-a încheiat cu structura a cărei masă este minimă, iar eficiența economică maximă.

4. Comparatia celor trei iteratii

Conform rezultatelor tabelate mai jos, s-au obținut datele necesare studiului nostru de caz (greutate, accelerația la vârf, deplasare, venit pe an) pentru cele trei iterații experimentale. În urma analizei și interpretării acestora, concluzionăm prin faptul că cel de-al treilea concept structural va aduce cea mai bună comportare în cazul unui seism, alături de cel mai mare venit raportat la durata unui an.

	Prima Machetă		A doua Machetă		A treia Machetă	
	Seism 1	Seism 2	Seism 1	Seism 2	Seism 1	Seism 2
Greutate [gr]	548.393		320		370	
Acceleratii [g]	1.17	2.49	1.27	2.42	1.02	2.31
Deplasari [cm]	0.44	1.01	0.56	1.21	0.5	1.07
Venit pe an [$]	634,687.39		637,556.73		647,606.88	

5. **Concluzii**

În urma analizei și interpretării acestora, concluzionăm prin faptul că cel de-al treilea concept structural va aduce cea mai bună comportare în cazul unui seism, alături de cel mai mare venit raportat la durata unui an. Pe durata analizei, modelele au fost optimizate prin poziționarea eficientă a contravântuirilor, reușind să obținem în final un sistem capabil să preia încărcările la care este supus și să le transmită terenului de fundare într-o manieră sigură.

BIBLIOGRAFIE

1. ASCE/SEI 7-10 Minimum Design Loads For Buildings And Other Structures. Reston, Virginia: American Society of Civil Engineers, 2010.
2. EERI Student Leadership Council, *Nineteenth Annual Undergraduate Seismic Design Competition (SDC).* Official Rules, 2024
3. EERI Student Leadership Council, *Nineteenth Annual Undergraduate Seismic Design Competition (SDC*). Design Guide, 2024

RETETA UNUI SUCCES. BETONUL DIN ROMA ANTICA

Autor
Diana Alexia MURESAN
Facultatea de constructii, ACH, Universitatea Tehnica din Cluj-Napoca, dianamuresan2002@gmail.com

Îndrumător
dr. ing. Lucian STEFAN
Facultatea de constructii, ACH, Universitatea Tehnica din Cluj-Napoca, lucian.stefan@mecon.utcluj.ro

REZUMAT: Structurile definitorii ale maeștrilor arhitecți romani au în comun un singur element: betonul pe care îl foloseau și materialele care făceau parte din el. Acest beton reușește să susțină unele dintre cele mai masive structuri din beton simplu, compoziția acestuia fiind un subiect de cercetare activă în cadrul mai multor universități. Materialele și tehnicile folosite arată ingeniozitatea vechilor civilizații. Una dintre tehnicile descoperite este amestecarea unui var nestins împreună cu unul stins; cel nestins permite hidratarea parțială a varului din compoziția sa. Această metodă îi permite liantului să se hidrateze în timp, chiar după priza inițială. Materialul reușește, astfel, să se autoreparare și să se întărească sub apă. Varul exploatat în acest mod ar putea reduce emisiile de CO_2 față de cel mai mare competitor, cimentul Portland. Studiile axate inițial pe materialele utilizate, pe originea si puritatea acestora s-a redirecționat ulterior spre tehnica utilizata susținută de notele tehnice ale arhitecților din acea perioada. Cercetătorii au reușit să reproducă cu materiale moderne un beton similar cu cel al unei probe prelevate dintr-o clădire istorica. Aceasta ambiție de a desluși un mister de milenii a dus spre descoperirea secretului unui beton de succes care reușește să depășească testul timpului.

Cuvinte cheie: beton roman, beton antic, Pozzolana, Vitruvius, beton regenerativ.

1. Introducere

Cunoașterea in detaliu și notițele scrise chiar de marele arhitect si inginer Vitruvius arată că romanii au fost printre primele civilizații care au adăugat pulberea vulcanică numită "pulvis puteolanis" sau "pozzolana" în cimentul lor. Cuvântul actual "pozzolana" provine de la orașul Pozzuoli, la nord de Napoli, unde se găsesc multe depozite de cenușă vulcanica [1]. Acest ciment hidraulic a permis construirea pilonilor de poduri și a digurilor portuare, sistemelor de apeducte și cupolei Pantheonului. În cartea sa, "Cele Zece Cărți despre Arhitectură", Vitruvius detaliază cu grijă modul de selecție al materialelor, testarea și rețetele de mortar pentru diverse întrebuințări (vezi Tabelul 1).

Vitruviu: "Există și un fel de pulbere care, din cauze naturale, produce rezultate uimitoare. Se găsește în vecinătatea Baiae. Această substanță, atunci când este amestecată cu var și moloz, nu numai că conferă rezistență altor tipuri de clădiri, dar chiar când pilonii sunt construiți din ea în mare, aceștia se întăresc sub apă" [1]. Adam afirmă in cartea sa că tencuiala cu var era folosită în Anatolia (Çatalhüyük) încă din al șaselea mileniu î.Hr., dar ca utilizarea mortarului de var ca liant pentru legarea pietrelor pare să fi apărut pentru prima dată în Egipt în al treilea mileniu î.Hr.

Tabelul 1. Rețete de mortar după Vitruvius [1], [2]

Liant	Agregate	Apă	Comentarii
1 parte var	3 părți nisip de carieră	15-20%	
1 parte var	3 părți nisip de râu	15-20%	
1 parte var	3 părți nisip de râu, 1 parte fragmente ceramice	15-20%	Combinația preferata pentru amestecurile unde se folosește nisip de la râu.
1 parte var	2 părți pozzolana	15-20%	Mortar hidraulic pentru construcții hidrotehnice

2. Redescoperirea trecutului

2.1 Cercetări inițiale

Unul dintre principalele motive de studiu al betoanelor istorice este creșterea durabilități betonului și stabilitatea pe întreaga durată a vieții a tuturor componentelor sale. S-au descoperit fragmente de oxid de calciu (calce) in structura lianților atât in betoanele cu uz civil si arhitectural cat si in cele maritime / hidrotehnice. Prezența acestor bucăți distincte (vezi Figura 1), albe, strălucitoare a fost atribuită inițial fie arderii incomplete sau excesive, fie carbonatării înainte de prepararea betonului, fie dizolvării incomplete în timpul întăririi sau amestecării insuficiente a mortarului [3].

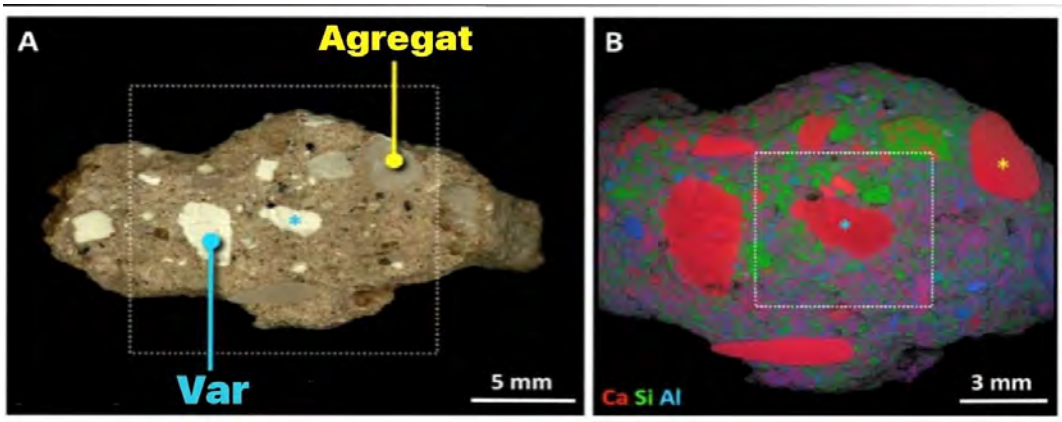


Figura 1. Evidențierea fragmentelor din proba [4]

Studii recente au reușit sa dovedească pregătirea prin amestec cald al mortarului folosind var nestins in loc sau in plus fata de varul stins [4]. Pornind de la aceste observație, cercetătorii cred că fragmentele de calce de dimensiuni comparabile cu agregatele, având suprafață specifică mare, ar putea servi ca sursă de calciu reactiv pentru umplerea porilor și fisurilor pe termen lung și, prin urmare, să ofere un mecanism chimic dominant de autovindecare.

Cercetători de la Massachusetts Institute of Technology [4], au studiat eșantioane de mortar roman care proveneau din zidul orașului antic Privernum, lângă Roma, Italia (vezi Figura 2). Esantioanele au fost alese pentru a ajuta la determinarea rețetei betonului și pentru a avea un termen de comparatie pentru betonul care urma să fie reprodus. Compoziția fragmentelor de calce și a mineralelor înconjurătoare a fost determinata utilizând microscopia electronică cu scanare de mare suprafață și spectroscopia cu raze X cu dispersie de energie (SEM-EDS). S-au utilizat două tipuri

de suprafețe pentru analiza cantitativă a compoziției mortarului: prima pe suprafețe proaspăt rupte și a doua pe secțiuni transversale pregătite și șlefuite.

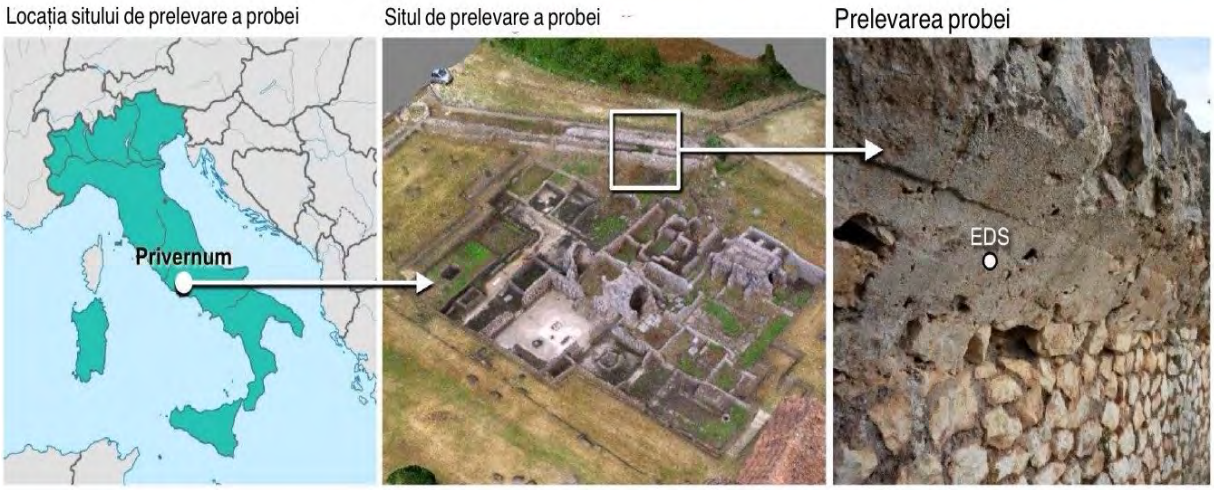


Figura 2. Zona de colectare a probelor [4]

2.2 Reproducerea rețetei

În rețetele moderne de ciment [5], se combina cimentul Portland, zgura, nisip și apă într-un raport de masă aproximativ 1:0.2:2:1. Dintr-un prim prototip, Mix 1, s-au format mai multe probe la care s-a adăugat var nestins cu un dozaj variind între 7.5 și 15% în masă. Amestecurile rezultate au fost turnate în matrițe cilindrice cu diametrul de 10 cm și înălțimea de 10 cm și au fost lăsate să se întărească sub apă timp de 28 de zile înainte de utilizare. Eșantioanele întărite au fost divizate longitudinal, iar pereții, in contact, ai probei fisurate au fost îndepărtați la o distanță de aproximativ 0.5 mm (vezi Figura 3). După fisurare, probele s-au pregătit pentru testul sub fluxul constant de apa. Cilindrii fisurați au fost supuși unui flux de apa de 10-30 litri/ora. In cca. 3 săptămâni distanta dintre fetele separate ale probei a ajuns sa fie nula, dovedind capacitățile autoreparatoare ale amestecului.

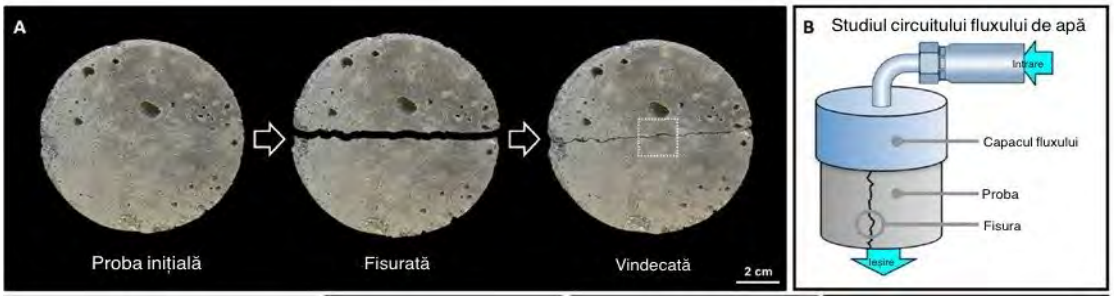


Figura 3. Pregătirea probei si testul fluxului de apa [4]

Pe baza acestor constatări inițiale și pentru a evalua aplicabilitatea betoanelor moderne cu conținut de var nestins (inspirate din betonul roman) care prezentau proprietăți de autovindecare s-a dezvoltat o a doua rețetă (vezi Figura 4). Pentru prototipul Mix 2, s-a pornit de la Mix 1 la care s-au adăugat elemente dintr-o o rețetă modernă de beton, care includea agregate grosiere și superplastifiant.

Aceasta proba a fost supusa testului de contracție, in același timp cu o probă realizată din beton industrial modern standard. Proba bazată pe rețeta de beton romana arată semne de rezistență la contracție în primele zile, lucru de așteptat având în vedere cantitatea redusă de apă folosită în rețetă (până la 9%). După un timp de 90 de zile diferența între proba romana si Mix 2 în dimensiune este de aproximativ 1%. Proba Mix 2 a prezentat o contracție mai lenta in primele zile, dar in 90 de zile, la maturitate, diferența dintre proba industriala si Mix 2 era mai mica de 1%.

Parametrii prezentați (fig.4) arată o posibila amestecare la cald a fragmentelor de var din compoziție acestuia și lipsa observabilă a apei din compoziția acestuia. Condiția de lipsă a apei explică natura exoterma a reacției de hidratare a CaO. Pentru aceasta prepare vărul nestins e amestecat cu lianții, pozzolanele și cantitatea redusă de apă, în locul sau în plus față de varul stins apare calciul în mortar. Astfel acest tip de amestecare la cald a varului permite schimbarea fragmentelor de var creând incluziunii de var care permit rehidratarea acestora.

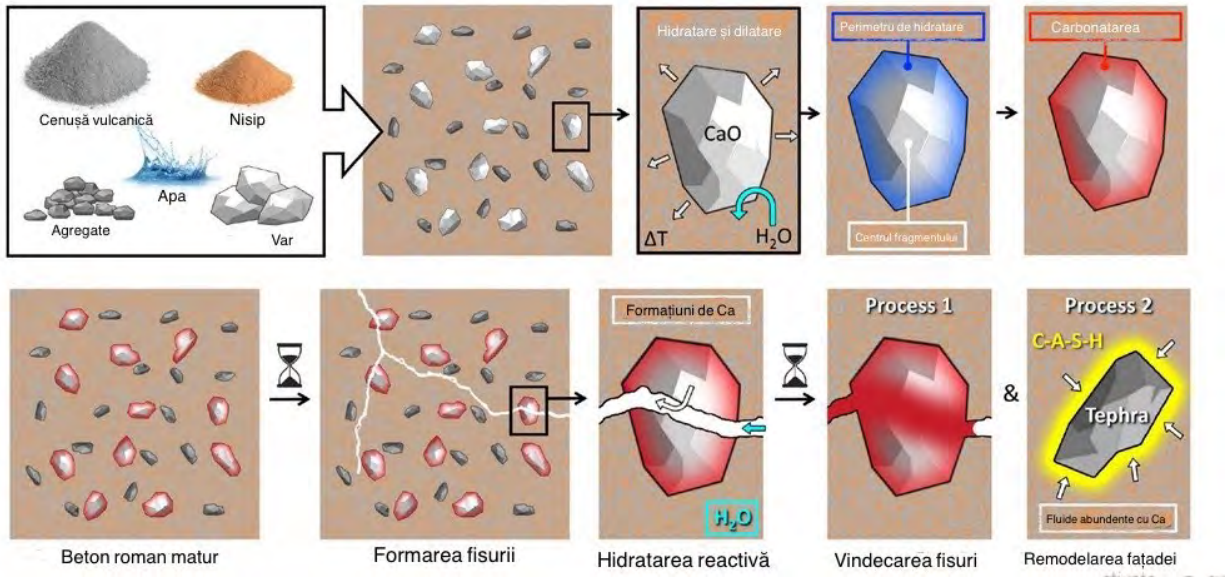


Figura 4. Comportamentul si autovindecarea betonului antic [4]

2.3 Avantajele utilizării moderne a principiilor betoanelor antice

Emisia de carbon din industria betonului reprezintă cca. 8% din totalul emisiilor globale de gaze cu efect de sera. Posibilitatea betonului de a avea o longevitate îmbunătățita, datorita capacității sale de autovindecare poate fi o soluție atractiva de reducere a amprentei de carbon. Durata de utilizare extinsă rezultată, combinată cu o reducere a necesității unor reparații extinse, ar putea reduce astfel impactul asupra mediului și îmbunătăți ciclul de viață economic al construcțiilor moderne pe bază de ciment. Cimentul Portland obișnuit (OPC) este un component cheie al betonului modern, cel mai răspândit material de construcție din lume, dar producția sa are consecințe serioase asupra mediului. Fabricarea OPC eliberează până la 1 tonă de CO_2 pe tonă de material produs, iar strategiile actuale de reducere a acestui impact sunt insuficiente pe măsură ce cererea de cimenturi continuă să crească.

3. Concluzii

Studiul betonului din Roma antica cu metode moderne de cercetare au ajutat la identificarea unei versiuni de rețetă moderna apropiata de rețeta originala. Proprietățile remarcabile ale betonului antic oferă o perspectiva optimista spre o dezvoltare mai durabila si ecologica a societății. Acest titan al ingineriei materialelor continua sa surprindă prin moduri in care putem îmbunătății materiale moderne folosite de zeci de ani.

BIBLIOGRAFIE

1. Vitruvius, P. M., *De Architectura – Book7*, *Book2*, https://penelope.uchicago.edu/Thayer/E/ Roman /Texts/Vitruvius/7*.html, 2*.html (apr. 2024).
2. Adam, J.-P., *Roman Building. Materials and Techniques*, Routledge - Taylor & Francis Group, London and New York (2005).
3. A. B. Leslie, J. J. Hughes, *Binder microstructure in lime mortars: Implications for the interpretation of analysis results*, Q. J. Eng. Geol. Hydrogeol. 35, pag.257–263 (2002).
4. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9821858/
5. https://concretesupplyco.com/concrete-basics/

STUDIU DE CAZ PRIVIND ÎMBUNĂTĂȚIREA PERFORMANȚEI ȘI REZILIENȚEI SEISMICE STRUCTURALE PRIN ANALIZA PUSHOVER

Autor/autori
Béni-Bob R. M'VONDO[1*]
[1]*Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, benibobmvondo1@gmail.com*

Îndrumător/îndrumători
prof. Dr. Ing. Zsolt Nagy
Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, zsolt.nagy@dst.utcluj.ro

REZUMAT: *Proiectul se concentrează pe creșterea rezistenței seismice a structurilor folosind metoda analizei pushover. Prin investigații meticuloase și metodologii inovatoare, autorul propune optimizarea strategiilor de proiectare și consolidare pentru structurile din oțel supuse la acțiuni seismice. Prin utilizarea tehnicilor de calcul avansate, se propune dezvoltarea unei metodologii pentru estimarea comportamentului structural sub sarcini seismice. Cercetarea abordează aspecte critice, cum ar fi metode neliniare privind comportamentul materialului și analiza dinamică a structurii pentru a oferi o evaluare a performanței structurale. În plus, sunt propuse soluții pentru identificarea zonelor vulnerabile și optimizarea configurațiilor structurale pentru a spori eficient rezistența seismică. Prin colaborarea cu parteneri din industrie și experți în domeniu, proiectul va contribui la progresul practicilor de inginerie structurală și promovează soluții durabile pentru reducerea riscurilor seismice. Articolul prezintă concluziile autorului în cadrul Sesiunii Naționale de Comunicare Științifică Studențești, Ediția XXII din Cluj-Napoca, având ca scop favorizarea dialogului și schimbului de cunoștințe între colegi și profesioniști din domeniul ingineriei structurale și analizei seismice.*

Cuvinte cheie: Performanță seismică, Comportament structural, Ductilitate, Analiză statică neliniară

1. Introducere.

Analiza Pushover este o tehnică puternică folosită în ingineria structurală pentru a evalua performanța clădirilor și a infrastructurii la acțiuni seismice. Această metodă oferă informații valoroase asupra comportamentului structurilor dincolo de limita elastică, oferind inginerilor o înțelegere cuprinzătoare a răspunsului lor la evenimente extreme. În acest articol, autorul va aprofunda complexitatea analizei pushover și va explora aplicațiile acesteia, discutând pașii necesari în efectuarea acestei analize.

În domeniul ingineriei structurale, analiza comportării clădirilor și infrastructurii la forțele seismice este importantă. Metodele tradiționale de analiză presupun adesea un comportament liniar și nu reușesc să surprindă interacțiunile complexe care apar atunci când o structură își depășește limita elastică. Analiza pushover, cunoscută și ca analiză statică neliniară, oferă o soluție prin simularea comportamentului inelastic al structurilor.

Evenimentele seismice prezintă riscuri semnificative pentru structuri și ocupanții acestora, ceea ce face crucială îmbunătățirea performanței seismice structurale. Acest studiu de caz explorează aplicarea analizei pushover pentru a îmbunătăți rezistența seismică a unei clădiri cu structura de rezistență realizată din oțel cu 5 etaje.

Înțelegerea comportamentului structural

Comportamentul structural poate fi clasificat în două categorii: comportament elastic și comportament inelastic.

Comportament Elastic

Atunci când o structură este supusă la acțiunea unor sarcini reduse, aceasta răspunde într-o manieră liniară și elastică. Aceasta implică faptul că deformațiile sunt direct proporționale cu forțele aplicate, iar la descărcare, structura revine la configurația inițială.

Comportament inelastic

Odată cu creșterea sarcinilor aplicate, structura va răspunde cu un comportament inelastic. În acest regim, deformările încetează să mai fie proporționale cu forțele, iar structura va suferi deformări permanente. Analiza pushover este dedicată captării acestui comportament inelastic și evaluării performanței structurii în condiții extreme de încărcare.

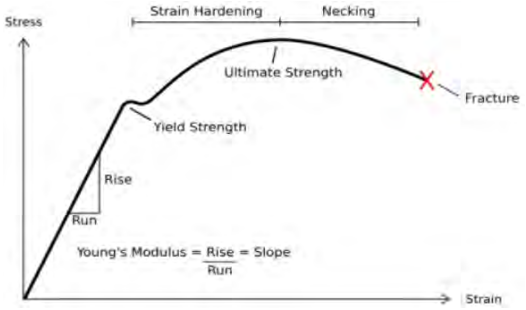


Figura 1. Diagrama tensiune-deformare care arată comportamentul structural elastic și inelastic.

2. Revizuirea literaturii de specialitate

O revizuire cuprinzătoare a literaturii de specialitate privind analiza pushover, proiectarea seismică și strategiile de consolidare oferă o înțelegere fundamentală. Conceptele cheie precum ductilitatea, proiectarea la capacitate de rezistență și proiectarea seismică bazată pe performanță sunt examinate pentru a informa metodologia de analiză.

2.1 Ductilitate:

Termenul "ductilitate" în proiectarea seismică se referă la capacitatea unei structuri de a suferi deformări ciclice de mare amplitudine în intervalul inelastic fără o reducere substanțială a rezistenței. Structurile ductile sunt în general capabile să disipeze cantități semnificative de energie în timpul acestor deformări ciclice.

Ductilitatea descrie măsura în care un material (sau o structură) poate suferi deformări mari fără a ceda. Termenul este folosit în ingineria seismică pentru a arăta cât de bine va suporta o structură de clădire deplasări laterale mari impuse de deformațiile / mișcările terenului.

2. Proiectarea la capacitate de rezistență:

Proiectarea la capacitate de rezistență implică întărirea intenționată a elementelor structurale considerate non-ductile, cum ar fi stâlpii sau îmbinările, pentru a rezista forțelor seismice și a disipa energia indusă prin cedarea controlată a elementelor considerate ductile (grinzile). Această abordare asigură că numai anumite elemente suferă deformări plastice (cele ductile), în timp ce altele rămân elastic (cele non-ductile).

În analiza pushover, proiectarea la capacitate de rezistență urmărește să asigure ca doar anumite elemente ale structurii să sufere cedare controlată în timpul cutremurelor, îmbunătățind astfel performanța seismică și rezistența structurii. Prin proiectarea elementelor ductile pentru a

absorbi energia seismică, inginerii previn deteriorarea disproporționată sau prăbușirea, îmbunătățind în cele din urmă siguranța structurală.

2.3 Proiectarea seismică bazată pe performanță

Proiectarea seismică bazată pe performanță (PBSD) se concentrează pe atingerea obiectivelor specifice de performanță pentru structurile supuse la acțiune seismică, în loc să se bazeze exclusiv pe cerințele impuse de cod. Inginerii definesc obiectivele pe baza unor factori precum gradul de ocupare, importanța comunității și nivelurile acceptabile de daune.

PBSD folosește analiza pushover pentru a evalua răspunsul structural la încărcarea seismică, pentru a prezice comportamentul și pentru a identifica punctele slabe. Această abordare oferă o strategie de proiectare personalizată, cu scopul de a îndeplini obiectivele de performanță, sporind în același timp rentabilitatea și rezistența seismică.

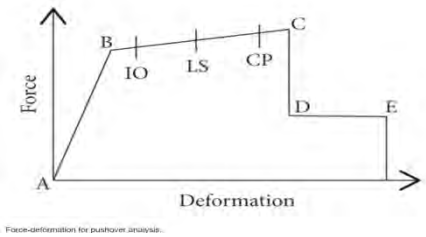


Figure 2. Diagrama Forță-deformație pentru analiza pushover

- Punctul B reprezintă intrarea în curgere. Nu are loc nici o deformare plastică în structură până la punctul B.
- Punctul C reprezintă capacitatea finală (limita) pentru analiza pushover.
- Punctul D reprezintă o limită de rezistență reziduală în structură. În structură se inițializează semnele cedării.
- Punctul E reprezintă cedarea totală a structurii. După acest punct, structura devine mecanism.

2.4 Răspunsuri ale structurii la scală multiplă, asociată cu colapsul progresiv a unui sistem structural realizat din oțel.

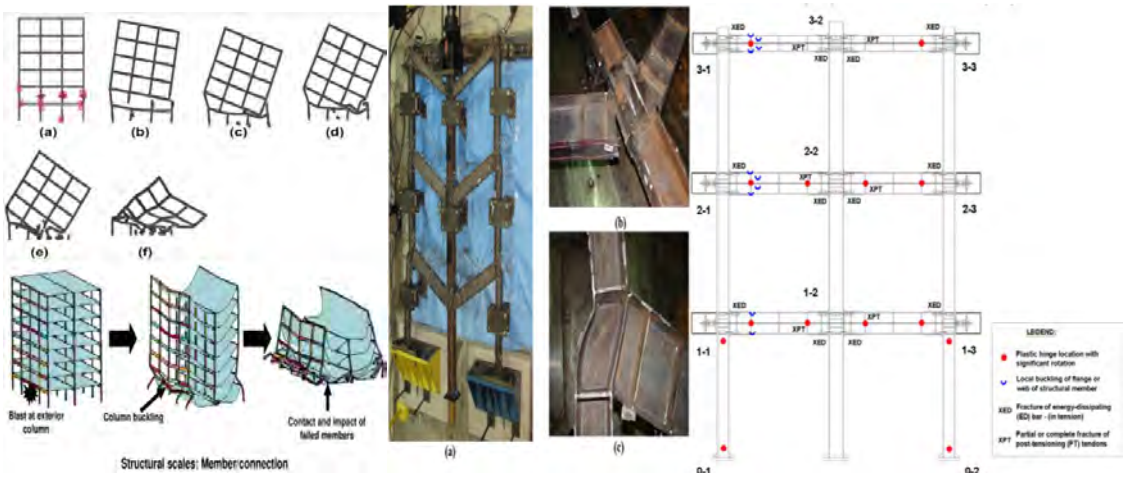


Figura 3. Răspuns la mai multe scări cu forme de colaps progresiv și investigarea experimentală a cedării progresive a unui cadru de disipare a energiei post-tensionat din oțel (de la stânga la dreapta). Cu roșu,

localizarea articulațiilor plastice, cu albastru flambajul lateral al tălpii sau a plăcii ce formează elementului structural.

Analiza la scală multiplă explorează răspunsurile complicate observate în timpul cedării progresive a structurilor din oțel, evidențiind natura dinamică a problemelor structurale. Acest fenomen prezintă comportamente la mai multe scări, evidențiind interacțiuni complexe. Pe măsură ce un element structural primar se deteriorează, acesta declanșează cedarea elementelor adiacente, conducând la o nouă cedare în elementele structural învecinate. Prin acest proces înlănțuit, sunt interpretate răspunsuri la mai multe scări, oferind informații despre evoluția dinamică a colapsului structural.

3. Metodologie

3.1 Proceduri de evaluare.

Numeroase proceduri de evaluare, care provin din analize pushover, sunt documentate în literatura de specialitate și integrate în codurile de proiectare. Aceste proceduri, inclusiv metoda coeficientului (CM), metoda spectrului de capacitate (CSM) și metoda N2, au ca scop aproximarea comportamentului sistemelor structurale cu mai multe grade de libertate, folosind un sistem echivalent cu un singur grad de libertate (SDOF).

Cu toate acestea, apar distincții pe baza definiției și aplicării SDOF. Apar două categorii metodologice: (i) metode care utilizează sisteme SDOF liniare cu rigiditate secantă și amortizare vâscoasă echivalentă (exemplificată de CSM); (ii) metode care utilizează sisteme SDOF elasto-plastice cu rigiditate inițială, evaluând deplasarea țintă prin spectre inelastice. Metoda N2 se încadrează în cea de-a doua categorie și folosește spectre inelastice cu ductilitate constantă. În prezent, metoda N2 este cea mai adoptată abordare pentru evaluarea performanței seismice a clădirilor existente. Conceput inițial pentru structuri din beton armat și structuri din oțel, de atunci a fost extins la clădiri de zidărie URM și cadre din beton armat rigidizate cu panouri de zidărie.

•**Metoda N2** inițiază prin stabilirea unui sistem neliniar cu un singur grad de libertate (SDOF), caracterizat printr-o masă efectivă $m^* = \sum_i mi\phi i$ (1).Curba constitutivă a acestui sistem este obținută prin împărțirea forței tăietoare de bază (V_b) și deplasarea punctului de control (d) sistemului real multi-grad de libertate (MDOF) prin factorul de participare modală $\Gamma = m^*/\sum_i mi\phi i^2$ (2), unde m_i denotă masa la nivelul i și ϕi reprezintă o formă predefinită de deplasări laterale normalizate la 1 în punctul de control, care coincid de obicei cu modul fundamental de vibrație în direcția de aplicare a forțelor laterale.

În etapa următoare, sistemul SDOF neliniar este înlocuit cu un sistem elasto-plastic biliniar. Aici, forța de curgere (F_y) și deplasarea finală (d^*_u) sunt echivalate cu rezistența și, respectiv, deformația ultimă a sistemului SDOF neliniar. Deplasarea corespunzătoare apariției articulațiilor plastice (d^*_y) este determinat de echivalența energetică între sistemele neliniare și biliniare. Parametrii SDOF elasto-plastic sunt prezentate în Ecuațiie (3)–(5), unde E_m semnifică energia totală de deformare a sistemului neliniar, așa cum este descris în Fig. 4 A.

$$F_y = \frac{V_{b,max}}{\Gamma} \quad (3) \qquad d^*_u = \frac{d_m}{\Gamma} \quad (4) \qquad d^*_y = 2d^*_u - 2\frac{E_m}{F_u} \quad (5)$$

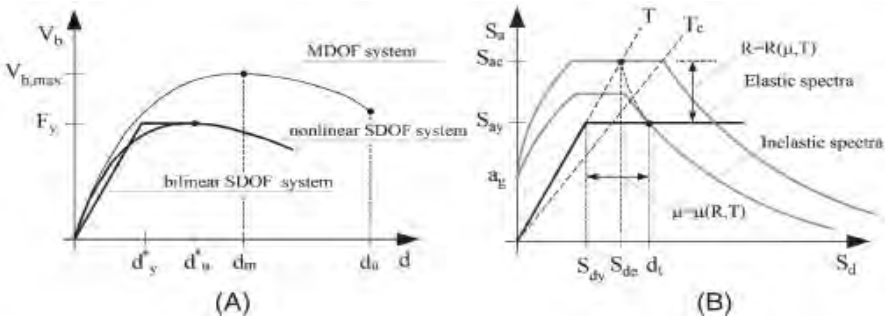


Figure 4. Procedura de evaluare seismică efectuată prin aplicarea (A) metodei N2 pentru evaluarea sistemului SDOF și (B) metodei capacității spectrului pentru evaluarea deplasării țintă.

Sistemul bi-liniar cu un singur grad de libertate (SDOF) este descris în spectrul de accelerație (Sa) – deplasarea în spectra (Sd), așa cum este ilustrat în Figura 4 B. Parametrii care definesc sistemul SDOF sunt accelerația corespunzătoare curgerii $S_{ay} = F_y/m^*$ (6) respectiv deformația de curgere $S_{dy} = S_{ay}T^2/(4\pi^2)$ (7). Accelerația elastică (S_{ae}) și deformația elastică (S_{de}) corespunzătoare sistemului elastic echivalent sunt determinate de intersecția dintre linia corespunzătoare perioadei $T = 2\pi\sqrt{m^*d^*_y/F_y}$ (8) și spectrul elastic.

În consecință, factorul de reducere (R), definit ca raportul dintre spectrul elastic și spectrul inelastic, se calculează ca $R = S_{ae}/S_{ay}$ (9). Cu *R* cunoscut, presupunând o relație $R=R(\mu, T)$ (10) unde μ reprezintă cerința de ductilitate, deplasarea țintă a sistemului neliniar este exprimată ca $d_t = \mu S_{de}/R$ (11).

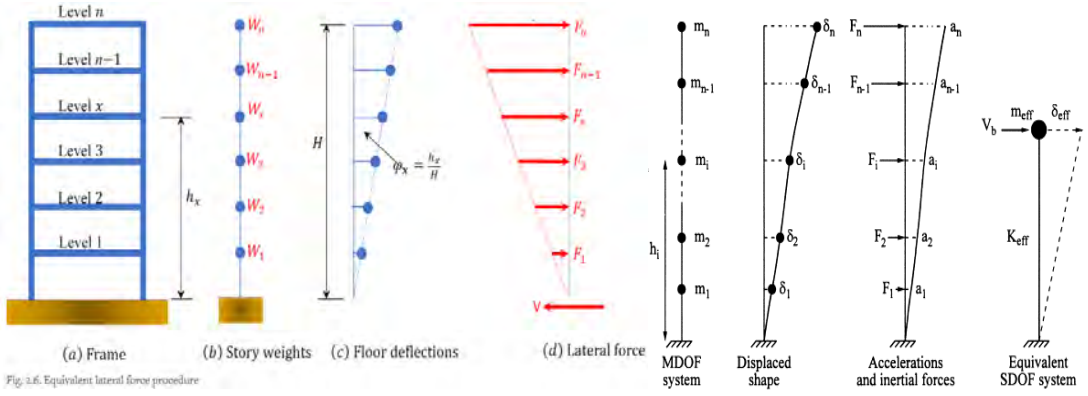


Figure 5. Aproximarea comportamentului sistemelor cu mai multe grade de libertate folosind un sistem echivalent cu un singur grad de libertate (SDOF) și un sistem de forțe laterale echivalentă.

În particular, Eurocode (CEN 2005) adoptă formularea propusă de Vidic etal. (1994), ceea ce a condus la rezultatele conturate în Ecuația (12) și reprezentat în Figura 3.17B, unde T_c reprezintă perioada limită superioară a ramurii de accelerație spectrală constantă.

$$d_t = S_{de} \quad \text{if } T \geq T_c$$

$$d_t = \frac{S_{de}[1 + (R - 1)T/T_c]}{R} \quad \text{if } T < T_c \qquad (12)$$

3.2 Modelare structurală

Clădirea de oțel cu 5 etaje este modelată în programul de analiză SAP2000, încorporând proprietăți geometrice exacte și calități de materiale. Condițiile limită și scenariile de încărcare sunt definite pentru a simula condițiile corespunzătoare unei structure reale.

Geometrie globală

- lățime: a = 3x7 = 21 m
- lungime: b = 5x6 = 30 m
- înălțime: h = 3 m
- număr etaje: n_s = 5
- înălțime totală: H = 15 m

Locația clădirii: BUCUREȘTI

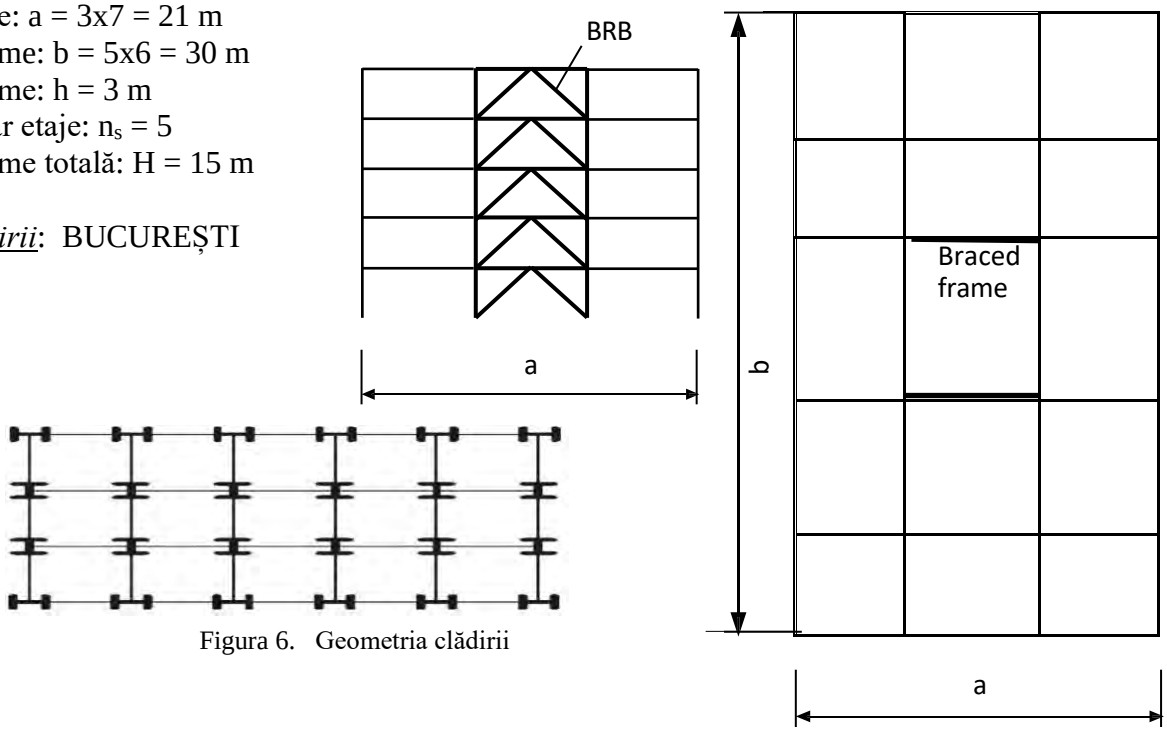


Figura 6. Geometria clădirii

Tab. Încărcări considerate și acțiunea seismică

Încărcări permanente:	**Încărcări utile (impuse):**
- pe planșeul de acoperiș:g_{roof} = 2 kN/m^2 - pe planșeul curent: = g_{floor} = 8 kN/m^2	-pe planșeul de acoperiș: q_{roof} = 1 kN/m^2 -pe planșeul curent: q_{floor} = 3.5 kN/m^2 -factor combinare: $\psi_{2,i}$= 0.3

Parametri seismici	**Combinații de încărcări și profile de oțel pentru elemente structurale:**
Parametrii spectrului de proiectare: - accelerație maximă la sol : a_{gR} = 0,3g - spectru: Tip 1 - tip sol : D S = 1,35; T_B = 0,32s; T_C = 1,6s; T_D = 2s; β β= 0,2 - clasa de importanță : normal → γ_I = 1,0 - accelerație PGA: $a_g = \gamma_I\, a_{gR}$ = 0,3g Greutate totală în acțiune seismică : $G_k + \gamma_{E,i} Q_{k,I}$ -pe acoperiș: $q_{d,acoperiș} = g_{acoperiș} + \psi_{2,i}\, q_{acoperiș}$ = 2,3 kN/m^2 - la etaj: $q_{d,planșeu} = g_{planșeu} + \psi_{2,i}\, q_{etaj}$ = 9,05 kN/m^2 Locația clădirii: BUCUREȘTI	Situație de proiectare seismică: $\sum G_k + E_{Ed} + \sum \varphi \Phi_{2,i} Q_{k,i}$ unde: – acțiune seismică: $E_{Ed} = \pm E_{Edx} \pm 0.3 E_{Edy} = \pm E_{Edx}$ – $\varphi = 1.$ Secțiuni: -Grinzi principale: IPE500 -Grinzi secundare: IPE450 -Stâlpi și contravântuiri: HE340M

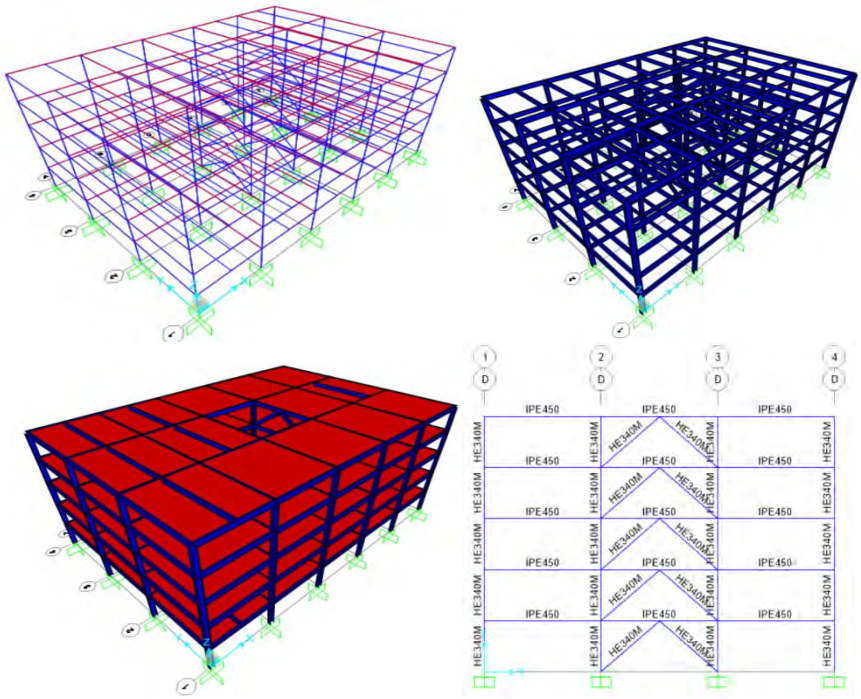


Figura 7. Model SAP2000 pentru structura analizată.

3.3 Analiza Pushover:

Analiza pushover se realizează prin aplicarea treptată a încărcărilor laterale asupra structurii. Forțele laterale sunt definite astfel încât să reprezinte forțele seismice, cu magnitudini de încărcare crescând progresiv până când răspunsul structural atinge criterii predefinite.

3.4 Setări din software:

Setările de analiză, inclusiv criteriile de convergență, metodele de integrare și proprietățile neliniare ale materialului, sunt calibrate cu atenție pentru a asigura acuratețea și fiabilitatea rezultatelor.

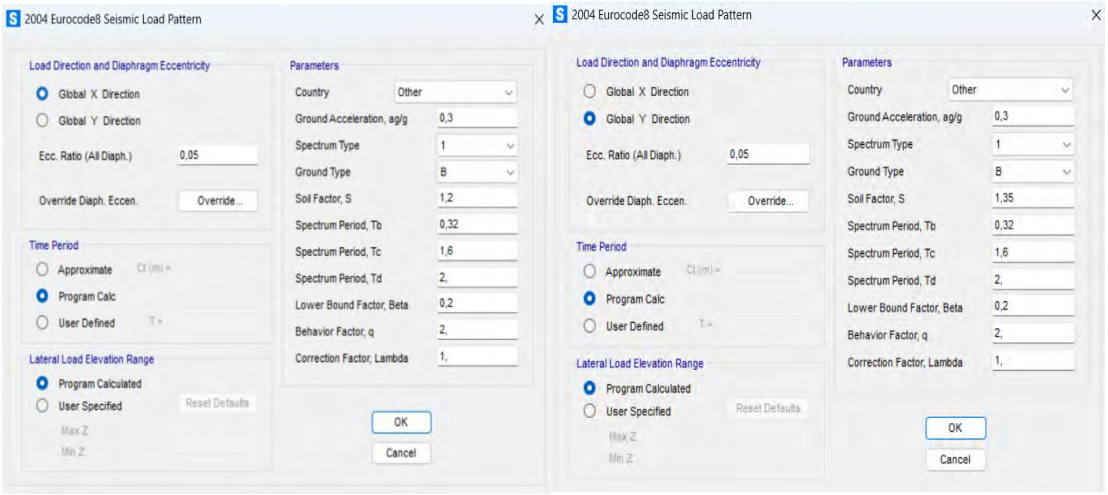


Figura 8. Setări SAP2000 în analiza seismică.

4. Analiză structurală și resultate obținute

4.1 Răspuns structural:

Analiza pushover oferă informații valoroase despre răspunsul structural sub efectul încărcărilor seismice. Deformațiile obținute, curbele de capacitate și ordinea formării articulațiilor plastice sunt analizate pentru a evalua performanța structurii clădirii.

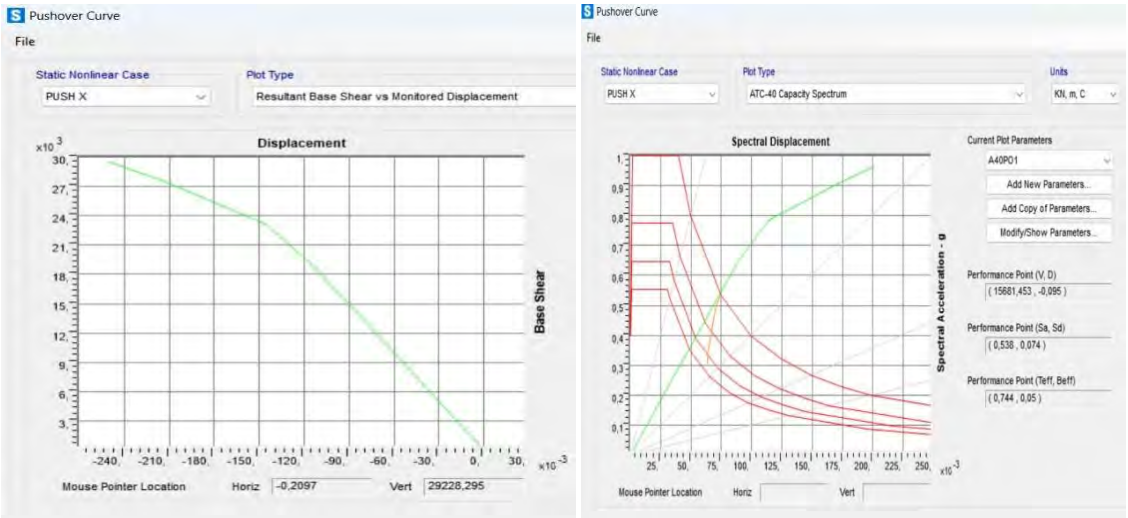


Figura 9. Curba Pushover: Diagramele de spectru de bază și capacitate de deplasare rezultate din forța seismică care acționează de-a lungul direcției longitudinale x (PUSH X).

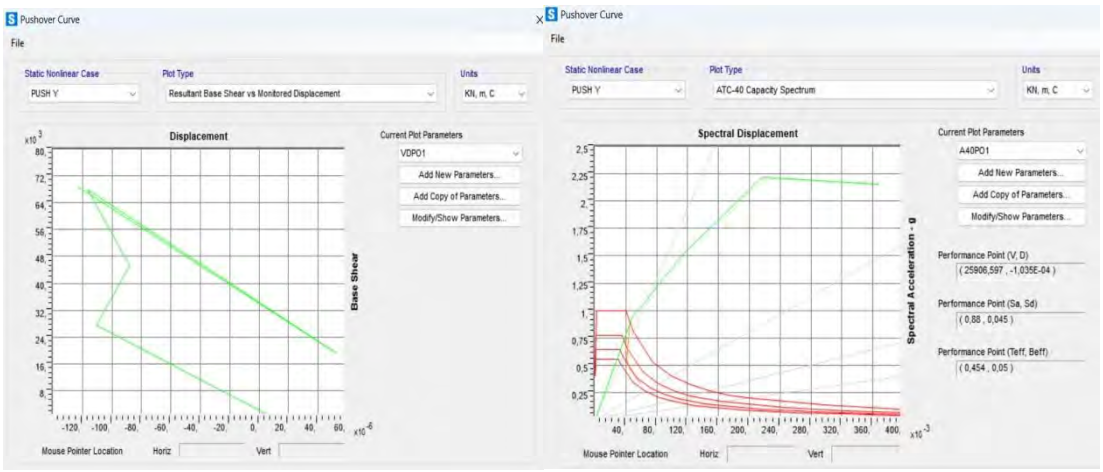


Figura 10. Curba Pushover: Diagramele de spectru de bază și capacitate rezultată din forța seismică care acționează de-a lungul direcției transversale y (PUSH Y).

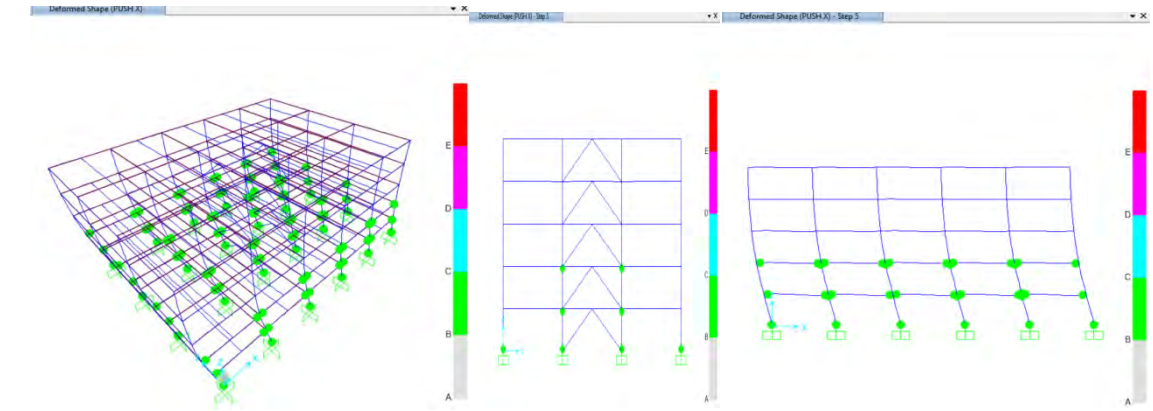


Figura 11. Articulații plastice, care apar în elementele structurale datorită forței seismice care acționează de-a lungul direcției longitudinale x (PUSH X).

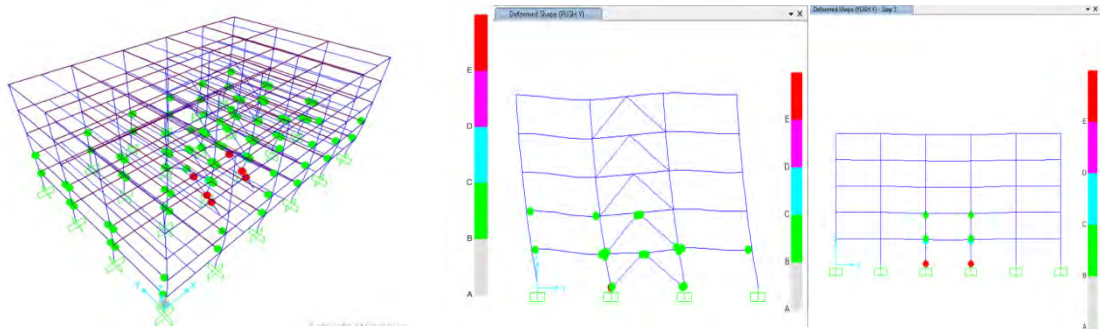
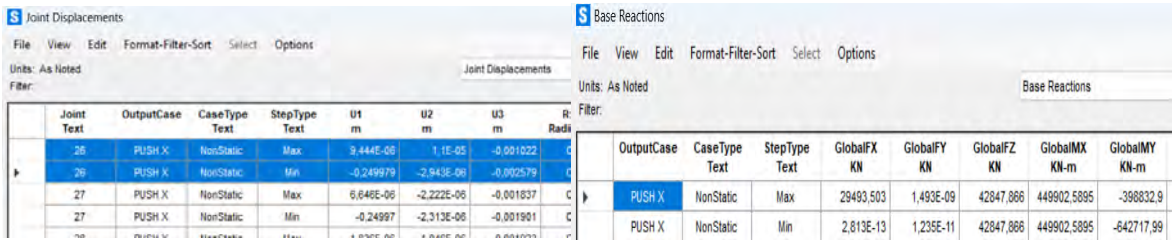


Figure 12. Articulații plastice, care apar în elementele structurale datorită forței seismice care acționează de-a lungul direcției longitudinale y (PUSH Y). Apare curgerea la sistemul de contravântuire situate la cadrele contravântuite de la primul nivel (nivelul parterului).

4.2 Parametri critici.

Deformația relativă între etaje, distribuțiile forței tăietoare de bază și cele dela de etajele superioare se numără printre parametrii critici monitorizați pentru a evalua performanța seismică a structurii clădirii.



Joint Displacements

File View Edit Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted

Filter:

Joint Displacements

Joint Text	OutputCase	CaseType Text	StepType Text	U1 m	U2 m	U3 m	R: Radi
26	PUSH X	NonStatic	Max	9,44E-06	1,1E-05	-0,001022	0
26	PUSH X	NonStatic	Min	-0,249979	-2,943E-06	-0,002579	0
27	PUSH X	NonStatic	Max	6,646E-06	-2,222E-06	-0,001837	0
27	PUSH X	NonStatic	Min	-0,24997	-2,313E-06	-0,001901	0

Base Reactions

File View Edit Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted

Filter:

Base Reactions

OutputCase	CaseType Text	StepType Text	GlobalFX KN	GlobalFY KN	GlobalFZ KN	GlobalMX KN-m	GlobalMY KN-m
PUSH X	NonStatic	Max	29493,503	1,493E-09	42847,866	449902,5895	-398832,9
PUSH X	NonStatic	Min	2,813E-13	1,235E-11	42847,866	449902,5895	-642717,99

Figura 13. Deplasări înregistrate (deformația țintă în nodul 26) și forțe tăietoare de bază pe direcția x (PUSH X).



Joint Displacements

File View Edit Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted

Filter:

Joint Displacements

Joint Text	OutputCase	CaseType Text	StepType Text	U1 m	U2 m	U3 m	Ra
26	PUSH Y	NonStatic	Max	5,2E-05	-2,943E-06	0,000252	
26	PUSH Y	NonStatic	Min	-0,000123	-0,457758	-0,001522	
27	PUSH Y	NonStatic	Max	4,3E-05	-2,248E-06	-0,000381	
27	PUSH Y	NonStatic	Min	-0,000114	-0,457659	-0,001901	

Base Reactions

File View Edit Format-Filter-Sort Select Options

Units: As Noted

Filter:

Base Reactions

OutputCase	CaseType Text	StepType Text	GlobalFX KN	GlobalFY KN	GlobalFZ KN	GlobalMX KN-m
PUSH Y	NonStatic	Max	0,004112	71996,989	42847,866	449902,5895
PUSH Y	NonStatic	Min	-0,003599	1,235E-11	11573,323	-300866,654

Figura 14. Deplasări înregistrate (deformația țintă în nodul 26) și forțe tăietoare de bază pe direcția y (PUSH Y)

.

5. Strategii de optimizare

5.1 Evaluarea vulnerabilității

Identificarea zonelor vulnerabile predispuse la cedare sau deformări excesive sub efectul forțelor seismice se pot urmări pe Figurile 11 și 12, care ilustrează zonele vulnerabile atât în direcția transversală (axa y), cât și în direcția longitudinală (axa x) a cadrului contravântuit.

5.2 Măsure de consolidare

Strategiile de consolidare, cum ar fi adăugarea de pereți de forfecare, consolidarea îmbinărilor, adăugarea de dispozitive de disipare a energiei și implementarea sistemelor de izolare a bazei sunt propuse pentru a fi luate în considerare pentru a spori rezistența seismică a structurii clădirii.

6. Discuții

6.1 Interpretarea rezultatelor

Analiza indică deplasări de nivel relativ scăzute în partea superioară, dar deplasări de nivel mai mari se interceptează la nivelul inferior, sugerând o potențială deformare structurală concentrată acolo. Reacțiunile de bază indică forțe laterale substanțiale, în special în direcția y, evidențiind necesitatea unor investigații suplimentare și a respectării standardelor de proiectare seismică. Vezi fig.13 și fig.14

6.1 Implicații practice:

Rezultatele obținute pot fi luate în considerare la provocările practice și limitările rezultate în procesul de definire a măsurilor de consolidare. În concluzie, rezultatele generate pot ajuta procesul decisional, care să devină mai eficient în procesul de proiectare și a ingineriei structurale.

7. Concluzii:

Analiza pushover îmbunătățește în mod eficient performanța seismică prin integrarea tehnicilor și metodologiilor computaționale avansate, contribuind la eficientizarea practicilor applicate în ingineria structurală și la atenuarea riscurilor seismice, așa cum rezultă din modelul analizat.

BIBLIOGRAFIE

1. Chopra, A. K., & Goel, R. K. (2002). A modal pushover analysis procedure for estimating seismic demands for buildings. Earthquake Engineering & Structural Dynamics, 31(3), 561-582.
2.FEMA P-58 (2012). Seismic Performance Assessment of Buildings: Volume 1 – Methodology.
3.ASCE/SEI 41 (2017). Seismic Evaluation and Retrofit of Existing Buildings.
4.ATC-40 (1996). Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Buildings.
5. ATC-72 (2010). Modeling and Acceptance Criteria for Seismic Design and Analysis of Tall Buildings.
6. www.structuralguide.com

STRUCTURI PENTRU ȘARPANTE ALCĂTUITE DIN ARCE DIN LEMN STRATIFICAT

Autor
Mirela POP (Gheța)[1*]
[1]*Facultatea de Construcţii, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, gheta_mirela@yahoo.com*

Îndrumător
șef lucrări, dr. ing. Gelu DANKU
Facultatea de Construcţii, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Gelu.Danku@mtc.utcluj.ro

REZUMAT:

În lucrare se prezintă sisteme moderne de realizare a șarpantelor bazate pe arce cu două și trei articulații, confecționate din lemn încleiat. S-a analizat static o structură de șarpantă realizată într-o variantă clasică și s-a comparat cu o structură modernă bazată pe arce de lemn încleiat, calculele s-au realizat cu aplicația SAP2000. Pe baza rezultatelor analizei statice și a cantităților au fost comparate cele două structuri.

Cuvinte cheie: arce lemn încleiat, șarpantă.

Structuri din lemn

Structurile de lemn permit asamblarea în timp foarte scurt în orice anotimp indiferent de dimensiunea construcției. Lemnul stratificat are o extraordinară rezistență la foc și la schimbările de temperatură și o deosebită flexibilitate și stabilitate la tracțiune și flexiune. Lemnul stratificat este un material cu minim impact asupra mediului înconjurător.

Gradul scazut de conductibilitate reduce apariția condensului iar capacitatea de izolare termica facilitează economisirea energiei electrice. Lemnul stratificat este un material ușor dar cu o rezistență mecanică ridicată și stabilitate seismică mare, datorită raportului dintre greutatea specifică și rezistența statică.

Structurile din lemn stratificat acoperă spații largi: terenuri de sport, săli de sport, spații comerciale, hale industriale, fiind folosit pe scară largă în construcțiile rezidentiale.

Prețul de cost pentru realizarea unor construcții de mari dimensiuni este cu mult mai redus atunci când se folosește lemnul stratificat ca material de construcție, în raport cu cel al construcțiilor de aceleași dimensiuni dar din materiale tradiționale.

Lemnul lamelar este cel mai solid element din lemn. Procesul tehnologic prin care se obține o grindă lamelară este unul complex, astfel produsul obținut este un material de construcție inginerească. Mulți se gândesc că o grindă din lemn masiv este mai rezistentă decât una din lemn lamelar, dar nu este așa. Lemnul lamelar este superior.

Datorită sistemului prefabricat de grinzi cu zabrele asamblate cu plăci multicui putem obține atât deschidere generoasă cât și un cost redus față de halele din metal, de exemplu.

Pentru a construi hale ieftine și cu deschidere mare, fară stâlpi de susținere intermediari, se poate opta pentru 3 soluții constructive:

- Hala prefabricată din lemn, din grinzi cu zăbrele asamblate cu plăci multicui (grinzi cu zăbrele denumite ferme portal) - in acest caz, întreaga structură de rezistență a halei (inclusiv a pereților exteriori) este realizată din grinzi asamblate cu plăci multicui. Structura

de rezistentă a pereților se completează cu structura din cadre portal și se continua cu celelalte etape (izolație, tencuială, etc).

- Hala din lemn cu pereți în sistem framing și acoperiș prefabricat din grinzi cu zabrele asamblate cu plăci multicui. O astfel de structură este unica soluție constructivă atunci când pe pereții halei urmează a fi montate utilaje foarte grele.
- Hala din lemn lamelar - dată fiind frumusețea lemnului lamelar, acest tip de structură se pretează cel mai bine în situații în care ne dorim să rămână la vedere structura. De exemplu, în cazul unei săli de evenimente sau a unui manej pentru călărie.
- Hale cu structură mixtă - cadre pe stâlpi și grinzi din lemn lamelar pe care se va rezema șarpanta alcătuită din grinzi cu zabrele asamblate la noduri cu conectori multicui.

De ce halele cu structura exclusiv din lemn sunt mai ieftine și mai avantajoase

- Datorită timpului de realizare și montare mai scurt - timpul întotdeauna costa bani;
- Greutatea redusă față de beton sau metal (de până la 10 ori mai mică) conduce spre o fundație mai ușoară, rezultând economie de bani;
- Pot fi demontate și mutate cu ușurință la o altă locație;
- Rezistența la mediul coroziv. Lemnul este cel mai potrivit material în cazul mediului coroziv. Pentru organele de asamblare metalice putem alege variantele din oțel inoxidabil sau putem aplica un tratament specific în astfel de cazuri;
- Deschideri mari fară reazeme intermediare, până la 30 m.

Grinzile lamelare din lemn stratificat (GLB) sunt un exemplu de inovație și tradiție convergând în construcții. Prin îmbinarea straturilor subțiri de lemn într-o structură puternică, GLB oferă rezistență, flexibilitate în design și durabilitate.

Sistemul tip framing, aduce în prim-plan abordarea tradițională a construcțiilor. Acesta utilizează grinzile și stâlpii individuali pentru a forma un schelet portant, oferind flexibilitate în design, eficiență în montaj și integrarea facilitată a sistemelor mecanice.

Structura din Lemn Laminat în Strat (LVL) este o alternativă inovatoare pentru rezistența structurală. Prin îmbinarea și presarea straturilor subțiri de lemn, LVL furnizează o opțiune uniformă și durabilă, cu performanțe mecanice superioare și eficiență energetică.

Panourile prefabricate din lemn redefinesc procesul de construcție, fabricând elementele structurale în fabrică și asamblându-le ulterior pe șantier. Aceasta conduce la o execuție rapidă, calitate controlată și reducerea influenței condițiilor meteo.

Structura din Cross-Laminated Timber (CLT) este o opțiune inovatoare și sustenabilă. Prin încleierea straturilor de lemn în direcții alternante, panourile CLT oferă o rezistență notabilă, eficiență energetică și un proces de montaj rapid.

A. Grinzi Lamelare din Lemn Stratificat

Introducere in grinzi lamelare din lemn stratificat

Grinzile lamelare din lemn stratificat, cunoscute sub acronimul GLB (Glulam), reprezintă un exemplu remarcabil de sinergie între inovație și tradiție în construcții. Acestea sunt create prin lipirea straturilor subțiri de lemn cu adezivi speciali, formând o structură puternică, durabilă și estetică. Prin combinarea caracteristicilor estetice ale lemnului cu performanța mecanică superioară, grinzile lamelare devin un element central în proiectarea structurilor din lemn pentru case.

Date tehnice structura din lemn stratificat

Grinzile lamelare sunt fabricate prin alipirea unor lamele subțiri de lemn, cu fibre dispuse alternativ, astfel încât să reziste încărcăturilor în direcții diferite. Dimensiunile și specificațiile variază în funcție de producător și aplicație, însă lungimile pot ajunge până la 60 de metri.

Avantajele utilizării de structură ușoară din lemn stratificat

- **Rezistență Remarcabilă:** Grinzile lamelare sunt cunoscute pentru capacitatea lor de a suporta încărcături semnificative, în timp ce mențin integritatea structurală.
- **Flexibilitate în Design:** Datorită naturii laminate, aceste grinzii pot fi modelate în forme diverse, permițând proiectanților să exploreze creativitatea în design.
- **Durabilitate și Sustenabilitate:** Lemnul utilizat provine din resurse regenerabile, iar producția grinzilor lamelare implică cantități mai mici de energie comparativ cu materialele tradiționale.
- **Eficiență Structurală:** Grinzile lamelare oferă o excelentă raportare între greutatea proprie și capacitatea portantă, ceea ce facilitează construirea structurilor cu încărcături semnificative.

Costurile grinzilor lamelare variază în funcție de dimensiuni, calitatea lemnului și complexitatea formelor. Deși inițial pot părea mai costisitoare comparativ cu alte materiale, beneficiile pe termen lung, precum rezistența, eficiența energetică și durabilitatea, pot depăși cu mult costul inițial.

Proiectarea grinzilor lamelare necesită o evaluare atentă a încărcăturilor anticipate și a formelor dorite. Calculul dimensiunilor, inclusiv lățimea, înălțimea și grosimea lamelelor, este esențial pentru asigurarea rezistenței necesare.

Montarea grinzilor lamelare trebuie să fie realizată conform planurilor și specificațiilor, asigurându-se că conexiunile sunt bine ancorate și securizate. În timpul execuției, verificările constante asigură că structura se construiește în concordanță cu planurile inițiale.

B. Sistem Tip Framing

Introducere în structura ușoară din lemn sistem tip framing

Sistemul tip framing, cunoscut și sub denumirea de platform framing sau stick framing, reprezintă o abordare tradițională în construcții, implicând utilizarea unor componente individuale pentru a construi un schelet portant.

Date tehnice structura din lemn tip framing

Sistemul tip framing presupune utilizarea unor grinzi

Sistemul tip framing presupune utilizarea unor grinzi și stâlpi individuali, conectați pentru a forma un schelet tridimensional. Grinzile orizontale sunt așezate pe partea superioară a stâlpilor verticali, creând structura de bază a clădirii.

Avantajele utilizării unei structuri ușoare din lemn tip framing

- **Flexibilitate și Adaptabilitate:** Sistemul tip framing permite adaptarea la o varietate de forme și dimensiuni, facilitând proiectarea de case cu multiple nivele și configurații.
- **Eficiență în Montaj:** Componentele individuale sunt ușor de manevrat și montat pe șantier, accelerând procesul de construcție.
- **Integrare a Sistemelor:** Deoarece pereții sunt formați din componente individuale, este mai ușor să integrați instalațiile electrice, sanitare și de încălzire în structură.

Sistemul tip framing este adesea mai eficient din punct de vedere al costurilor comparativ cu alte metode de construcție. Elementele standardizate, cum ar fi grinzi și stâlpi, pot fi produse în serie, contribuind la economii semnificative.

Proiectarea în cadrul sistemului tip framing implică selectarea dimensiunilor corecte ale componentelor pentru a susține încărcăturile estimate. Este important să se stabilească amplasarea stâlpilor și a deschiderilor pentru uși și ferestre într-un mod care să optimizeze rezistența structurală.

Montarea componentelor implică un proces secvențial, în care stâlpii verticali sunt ridicați și grinzile orizontale sunt fixate deasupra acestora. Conexiunile trebuie să fie realizate cu atenție pentru a asigura stabilitatea și siguranța clădirii.

C. Structura din Lemn LVL

Introducere în structuri din lemn laminate în straturi

Laminated Veneer Lumber (LVL) este un alt tip inovator de material utilizat în structurile din lemn. Acesta este fabricat prin îmbinarea straturilor subțiri de lemn cu adezivi, oferind o alternativă puternică și consistentă la lemnul masiv.

Date tehnice structura din lemn tip LVL

LVL este produs prin îmbinarea și presarea straturilor subțiri de lemn într-o configurație încrucișată. Acest material este disponibil în diverse dimensiuni și grosimi, adaptate pentru diferite aplicații structurale.

Avantajele utilizării structurii ușoare din lemn LVL

- **Rezistență Uniformă:** Datorită construcției sale stratificate, LVL oferă o rezistență uniformă și predictibilă, minimizând variabilitatea în proprietățile materialelor.
- **Eficiență în Greutate:** LVL oferă o capacitate portantă semnificativă în raport cu greutatea sa, facilitând construcția de structuri eficiente din punct de vedere structural.
- **Consistență și Durabilitate:** Materialele fabricate în mod controlat asigură consistența și durabilitatea pe termen lung.

Costul LVL poate varia în funcție de dimensiuni și specificații, însă avantajele sale în ceea ce privește performanța pot justifica costurile inițiale mai ridicate.
Proiectarea în LVL necesită evaluarea precisă a încărcăturilor și specificațiilor proiectului. Selectarea dimensiunilor adecvate și a conectării corecte este crucială pentru performanța structurală.

Montarea elementelor din LVL implică fixarea și conectarea corectă a acestora, respectând specificațiile de proiect. Atenția la detalii și îmbinările corespunzătoare contribuie la realizarea unei structuri robuste.



Fig. Structură din arce încleiate

D. Panouri Prefabricate din Lemn

Panourile prefabricate din lemn sunt soluții inovatoare în construcții, care implică fabricarea elementelor structurale în prealabil într-un mediu controlat și apoi asamblarea lor pe șantier.

Date tehnice structura din panouri din lemn

Aceste panouri pot include pereți, planșee sau acoperișuri, fabricate în fabrică în funcție de specificațiile proiectului. Ele sunt transportate și asamblate pe șantier pentru a forma structura finală a clădirii.

Avantajele utilizării unei structuri din lemn cu panouri prefabricate

- **Rapiditate în Execuție:** Panourile prefabricate permit o construcție mai rapidă, deoarece majoritatea lucrărilor sunt realizate în fabrică înainte de a ajunge pe șantier.
- **Calitate Controlată:** Fabricarea într-un mediu controlat asigură o calitate mai constantă și o precizie superioară comparativ cu construcția tradițională.

- **Dependenta redusă de Vreme:** Construcția prefabricată minimizează impactul condițiilor meteorologice asupra timpului de construcție.

Costurile panourilor prefabricate pot varia în funcție de specificațiile proiectului și de cantitatea de lucru efectuată în fabrică. Deși costurile inițiale pot fi mai mari, economiile de timp și calitate pot justifica investiția.

Proiectarea panourilor prefabricate necesită o planificare atentă a detaliilor, dimensiunilor și conexiunilor între panouri. Integrarea instalațiilor și adaptarea la nevoile proiectului sunt esențiale.

Asamblarea pe șantier implică ridicarea și fixarea panourilor prefabricate conform planurilor. Lucrările sunt mai ușor de monitorizat și coordonat, reducând riscul de erori.

E. Structura din Cross-Laminated Timber (CLT)

Introducere structura din lemn CLT

Cross-Laminated Timber (CLT) reprezintă o tehnologie inovatoare în domeniul construcțiilor, care implică fabricarea panourilor mari din lemn prin încleierea straturilor de lemn cu fibre dispuse alternativ.

Date tehnice panou din lemn CLT

Panourile CLT sunt compuse din cel puțin trei straturi de lemn, fiecare dispus perpendicular pe celălalt și încleiate între ele. Grosimea și dimensiunile acestor panouri pot varia, permițând adaptabilitate în design.

Avantajele utilizării structura din CLT

- **Rezistență Remarcabilă:** Panourile CLT oferă o rezistență comparabilă cu cele ale betonului sau oțelului, permițând construirea de structuri solide și sigure.
- **Eficiență Energetică:** Izolarea termică excelentă a lemnului și capacitatea sa de a menține căldura fac din CLT o opțiune eficientă din punct de vedere energetic.
- **Montaj Rapid:** Panourile CLT sunt fabricate în fabrică și aduse pe șantier pentru asamblare, accelerând procesul de construcție.

Costul panourilor CLT poate varia în funcție de dimensiuni, grosime și calitatea lemnului. Investiția inițială poate fi mai mare decât în cazul altor tipuri de structuri din lemn, însă beneficiile pe termen lung pot justifica costurile.

Proiectarea în CLT implică evaluarea încărcăturilor și a specificațiilor proiectului pentru a determina dimensiunile și grosimea panourilor necesare. Integrarea instalațiilor în design este esențială.

Asamblarea pe șantier presupune ridicarea și fixarea panourilor CLT conform planurilor. Conexiunile corecte și măsurile de siguranță sunt esențiale pentru a asigura o structură solidă.

Studiul comportării unei grinzi de lemn încleiat cu deschiderea de 15 m

(Studiu realizat de Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Facultatea de Construcţii şi Instalaţii, Secţia Construcţii Civile, Industriale şi Agricole).

Prin modalităţile de realizare, prin comportarea sa performantă si nu în ultimul rând prin aspectul estetic deosebit, lemnul încleiat se impune ca o variantă fiabilă pentru realizarea unor elemente de construcţie care acoperă deschideri mari, îndeplinind exigenţele de rezistenţă şi arhitecturale ale unei game largi de construcţii . În viitorul apropiat se estimează o explozie a utilizării si pe piaţa românească, în domeniul construcţiilor civile, industriale sau agrozootehnice.

Lemnul a constituit din cele mai vechi timpuri un material de bază în orice construcţie, începând cu cele de mică amploare care se realizau integral din lemn şi continuând cu cele care atingeau dimensiuni impresionante şi prezentau o concepţie arhitectonică deosebită în cadrul cărora lemnul juca numai un rol secundar.

Odată cu apariţia unor noi materiale de construcţii precum oţelul sau betonul, lemnul a fost aruncat într-un nemeritat con de umbră . Evident, exigenţele de rezistenţă ale acestor materiale nu vor putea fii egalate de lemn, care prin însăşi natura sa organică prezintă o serie de dezavantaje. Dar, tehnologia actuală permite ca pentru o largă varietate de construcţii lemnul să se dovedească sub toate criteriile de analiză, fie ele economice sau estetice, alegerea cea mai potrivită.

Binemeritata revitalizare a utilizării acestui material de construcţie a devenit realitate odată cu utilizarea adezivilor la realizarea elementelor de construcţii din lemn încleiat. Până la începutul secolului al XX - lea, s-au utilizat adezivii naturali, care nu au permis realizarea unor elementele structurale în maniera îmbinării unor pachete de scânduri sau dulapi. Aceştia au fost înlocuiţi după 1930 cu aditivii sintetici obţinuţi în industria chimică. Printre aceştia se remarcă adezivii sintetici de tipul fenolformaldehidic, rezocinoformaldehidic, melaminoformaldehidic.

Caracteristici ale îmbinărilor încleiate

Generalităţi

Îmbinările încleiate lucrează, în general, la forfecare în lungul rosturilor încleiate, fără împingeri transversale. Se asigură astfel o comportare monolită a pieselor şi se înlătură posibilitatea deformaţiilor independente ale pieselor componente .

Elementele din lemn încleiat executate raţional au proprietăţi elastice şi mecanice superioare elementelor realizate din lemn obişnuit. Sporul de rezistenţă se realizează pe seama unei dispuneri corecte a materialului lemnos de diferite clase de calitate (I ; II; III) în alcătuirea secţiunii transversale permiţând folosirea pieselor cu secţiuni mici pentru alcătuirea elementelor cu secţiuni mari.

Tipurile de elemente de construcţie încleiate pot fi foarte variate : grinzi drepte sau curbe, arce, cadre, ferme etc.

Date constructive

Îmbinările încleiate de prelungire se realizează in următoarele moduri: - cap la cap - pe suprafeţe teşite - în formă de dinţi sau dinţi pană. Îmbinările încleiate în noduri se pot realiza prin intermediul unor şaibe metalice. Îmbinările cap la cap se folosesc la elementele comprimate şi în zona comprimată a acestora, precum şi în zona centrală, slab solicitată.

Îmbinările pe suprafeţe teşite sau în dinţi pană se folosesc în zonele întinse şi pentru elementele întinse.

Într-o singură secţiune transversală a unui element de construcţie realizat prin încleiere, numărul scândurilor sau dulapilor întrerupţi va fi de 1/4 din secţiune.

Lungimea minimă a scândurilor sau dulapilor din pachetul care alcătuieşte elementul de construcţie realizat prin încleiere se recomandă de 2,50 m, iar grosimea acestora de cel mult 50 mm la elementele liniare şi cel mult 1/300 din raza de curbură la elementele curbe.

Îmbinarea pe suprafeţe teşite se face pe 0,10 - 0,15 din înălţimea secţiunii (h), în zona întinsă a elementelor liniare, panta teşiturii fiind de 1/10, iar la elementele curbe (arce) îmbinarea pe suprafeţe teşite se face atât în zona întinsă cât şi în zona comprimată a acestora, panta teşiturii fiind de 1/6. La elementele curbe (arce) având R/a >300, îmbinarea se va face în dinţi pană pe o adâncime de 0,10 h atât în zona întinsă cât şi în zona comprimată (R este raza de curbură iar a grosimea scândurii sau dulapului).

Distanţa minimă dintre două îmbinări cap la cap învecinate (pe rânduri succesive în pachet) este de 20 a; distanţa similară dintre două îmbinări pe suprafeţe teşite este de min 10a.

Aşezarea scândurilor sau dulapilor în secţiunea elementelor încleiate se va face astfel încât inelele anuale să fie în acelaşi sens, spre a se evita solicitarea cleiului la întindere datorită contragerii şi umflării lemnului.

Lăţimea maximă a secţiunii elementelor din lemn încleiat realizate dintr-o singură piesă (scândură sau dulap) se recomandă 14 cm; peste această lăţime, secţiunea este bine să se realizeze din două sau mai multe piese suprapuse în rânduri succesive, prin ţesere.

Realizarea şi testarea unei grinzi de lemn încleiat cu deschiderea de 15 m

Generalităţi

Grinda are rezultate din calcul următoarele dimensiuni:

- secţiune: 30 m x 100 cm
- lungime: 15 m
- îmbinările de prelungire s-au făcut prin dinţi pană. Încercările s-au realizat pe două tipuri de epruvete:
- epruvete realizate din materialul folosit (scânduri)
- epruvete realizate din piese încleiate.

Rezultatele încercărilor efectuate au scos în evidenţă următoarele:

- rezistenţa la încovoiere a lemnului brut este superioară rezistenţei de calcul la încovoiere pentru piese din categoria I de calitate de 24,0 N/mm^2 conform normativului NP 005 - 96;
- rezistenţa la compresiune în lungul fibrelor a lemnului brut este superioară rezistenţei de calcul la compresiune în lungul fibrelor pentru piesele de categoria I de calitate de 15,0 N/mm^2 conform Normativului NP 005 - 96;
- rezistenţa la încovoiere a lemnului încleiat este superioara rezistenţei de calcul la încovoiere pentru piese din categoria I de calitate de 24,0 N/mm^2 conform normativului NP 005 - 96;
- rezistenţa la compresiune în lungul fibrelor a lemnului încleiat este superioară rezistenţei de calcul la compresiune în lungul fibrelor pentru piesele din categoria I de calitate de 15,0 N/mm^2 conform Normativului NP 005 - 96;
- rezistenţa la forfecare a zonelor încleiate este superioară rezistenţei lemnului la forfecare în lungul fibrelor pentru piesele din categoria I de calitate de 3,0 N/mm^2 conform normativului NP 005 – 96.

Determinarea săgeţii efective

După realizarea grinzii încleiate s-a testat săgeata efectivă. Grinda a fost încărcată cu forţe concentrate dispuse la distanţe egale cu 100 cm.

Încărcarea s-a efectuat in cinci trepte:

- treapta 1: încărcare totala de 2448 daN fef= 4,00 mm după 5 minute fef= 4,00 mm
- treapta 2: încărcare totala de 4896 daN fef=10,10 mm
- treapta 3: încărcare totala de 6480 daN fef=13,80 mm după 5 minute fef=18,00 mm
- treapta 4: încărcare totala de 8424 daN fef=20,00 mm
- treapta 5: încărcare totală de 9720 daN fef=23,80 mm după 30 de minute fef=24,50 mm

Concluzii

În urma acestui studiul s-au desprins următoarele concluzii:

1) Îmbinările încleiate ale pieselor din lemn sunt superioare tuturor tipurilor de îmbinări deoarece rosturile încleiate sunt practic absolut rigide, în acest fel fiind împiedecate complet deformaţiile independente ale pieselor îmbinate (scânduri, dulapi, rigle, etc.) astfel încât elementele structurale realizate prin încleiere se comportă ca elemente monolite din lemn, dar având caracteristici fizico-mecanice superioare comparativ cu elemente structurale analoge realizate din lemn masiv. Sporul de rezistentă al elementelor structurale realizate din lemn încleiat se realizează prin dispunerea judicioasă pe înălţimea secţiunii transversale a materialului lemnos având diferite categorii de calitate – în zonele puternic solicitate material de calitate superioară, iar în zonele mai slab solicitate, material de calitate inferioară.

2) Elementele de construcţii structurale se realizează numai din lemn ecarisat, în special de răşinoase. Realizarea încleierii lemnului de foioase este mai dificilă si nu se justifică tehnico-

economic decât în situaţii speciale (reabilitarea unor structuri realizate din lemn încleiat de foioase, cereri exprese ale proiectantului sau beneficiarului, etc.) Lemnul folosit trebuie să fie cu umiditatea între 8 - 15%; pentru lemnul tratat cu produse de protecţie în masă se admite o umiditate de 11 18%; (se admite o abatere a umidităţii lamelelor din acelaşi element structural de 3%). Lemnul de foioase se admite numai dacă se iau măsuri de protecţie împotriva biodegradării si se creează un regim special de încleiere.

3) Elementele structurale din lemn lamelar încleiat se pot realiza cu lamelele aşezate orizontal si cu lamelele aşezate vertical. Secţiunile având lăţimea mai mare de 14 cm, cu lamelele aşezate orizontal, se realizează prin ţeserea pieselor din lemn ecarisat în asize. Piesele din lemn se amplasează în ansamblul elementului structural cu inelele anuale convergente, astfel încât în rostul încleiat să apară numai eforturi de lunecare.

4) Avantajul esenţial al utilizării îmbinărilor încleiate în construcţiile din lemn constă în posibilitatea realizării unor secţiuni si lungimi (deschideri) mari ale elementelor structurale utilizând piese de lemn ecarisat cu secţiuni si lungimi mici. Forma și dimensiunile transversale ale secţiunii transversale, teoretic nelimitate, pot fi realizate în aşa fel încât să corespundă cât mai bine naturii si distribuţiei tensiunilor rezultate în urma solicitărilor specifice. Elementele structurale masive din lemn încleiat au şi o rezistentă mai bună la foc. Prin extrapolare, se poate afirma că realizarea lemnului încleiat reprezintă pentru construcţiile din lemn ceea ce reprezintă îmbinările prin sudură pentru construcţiile metalice.

5) Adezivul trebuie ales în funcţie de specia de lemn utilizată, de condiţiile climatice, eventual de produsele de protecţie insecto-fungicide si ignifuge utilizate, precum si de procesul de fabricaţie.

6) Depozitarea elementelor structurale încleiate trebuie să se facă în anumite condiţii de temperatură si umiditate. În timpul perioadei de depozitare se realizează maturarea, adică desăvârşirea în timp a prizei cleiului. În perioada de depozitare se va asigura climatizarea elementelor structurale încleiate în condiţii de umiditate si temperatură cât mai apropiate de cele din exploatare, în vederea echilibrării complete a tensiunilor interioare.

Prin urmare se recomandă utilizarea îmbinărilor din lemn încleiat pentru o gamă largă de construcţii în domeniul construcţiilor civile, industriale sau agrozootehnice. Varianta propusă se impune prin economicitate, îndeplinirea exigenţele de rezistenţă şi de arhitectură şi nu în ultimul rând prin varietatea formelor de realizare concretă.

BIBLIOGRAFIE

1. https://eurocovers.ro/structuri-lemn.html
2. https://atecton.com/2023/08/15/clasificare-structura-din-lemn-pentru-constructii/
3. https://www.doxar.ro/project/diverse-structuri-din-lemn
4.https://www.spatiulconstruit.ro/gama-de-produse/sarpante-din-lemn-masiv-si-lemn-stratificat-pentru-rezidential-si-industrial/9734
5. https://www.astria.ro/
6. https://www.soleta.ro/Despre-GLULAM
7. https://ro.scribd.com/doc/206131811/Lemn-Lamelar-Incleiat
8. https://www.casedinlemnromania.ro/sarpante-acoperisuri/mansarde-2.html
9. https://dokumen.tips/documents/catalog-sarpante-de-lemn-10082014140152.html
10. https://www.astria.ro/aplicatii.php

STUDIU PRIVIND OBȚINEREA NIVELULUI DE PERFORMANȚĂ NZEB LA O CLĂDIRE INDIVIDUALĂ DE LOCUIT. OPTIMIZAREA APORTURILOR SOLARE GRATUITE

Andreia NEGRUȘER[1], Alexandra Adnana OLARIU[2]
[1]*Facultatea de Construcții și Instalații Iași, Universitatea Tehnică "Gheorghe Asachi" Iași ,*
e-mail: andreia.negruser@student.tuiasi.com
[2]*Facultatea de Construcții și Instalații Iași, Universitatea Tehnică "Gheorghe Asachi" Iași,*
e-mail:. , alexandra-adnana.olariu@student.tuiasi.com

Îndrumător/îndrumători
Ș.L. Dr. Ing. Marian PRUTEANU[3]
[3]*Facultatea de Construcții și Instalații, Universitatea Tehnică Gheorghe Asachi din Iași, marian.pruteanu@academic.tuiasi.com*

Rezumatul lucrării:

Este deja bine cunoscut faptul că până în anul 2030 Uniunea Europeană și-a propus reducerea consumului de energie și nivelul emisiilor de CO2, în domeniul construcțiilor fiind impus nivelul de performanță energetică nZEB (clădiri având consumul de energie aproape egal cu zero), care a devenit obligatoriu în țara noastră pentru toate clădirile noi, începând de la 01 ianuarie 2021.

Scopul lucrării noastre este acela de a conforma o locuință individuală unifamilială astfel încât aceasta să respecte niveluri impuse de standardul nZEB. De asemenea, lucrarea dorește să demonstreze importanța utilizării radiației solare, atât prin orientarea clădirii astfel încât aporturile gratuite solare să fie optime, cât și prin utilizarea panourilor solare sau fotovoltaice pentru producerea energiei și utilizare unei sere exterioare care să preîncălzească aerul utilizat la ventilarea locuinței. Astfel, pentru a obține nivelul nZEB, în cazul clădirii analizate, s-au folosit următoarele tehnologii: panouri solare pentru prepararea apei calde de consum, panouri fotovoltaice pentru iluminat și încălzire, pompă de căldură aer-apă pentru încălzire și preparare apă caldă de consum, serele exterioare pentru ventilația mecanizată.

Pentru a verifica obținerea valorile minime necesare pentru rezistențele termice corectate ale elementelor de anvelopă, conform MC 001-2006, punțile termice au fost modelate în programul RDM pentru a obține valoarile transmitanțelor termice liniare. Pentru calculul necesarurilor de energie finală pentru încălzire, preparare apă caldă de consum, iluminat natural sau ventilație mecanizată, respectiv pentru a calcula consumul de energie primară și emisia de CO2, a fost utilizat programul "AllEnergy". Calculul a fost efectuat, în toate cele patru variante de orientare a clădirii după punctele cardinale. În final, au fost punctate o serie de concluzii și recomandări

Cuvinte cheie: consumul de energie; nZEB; radiație solară; emisiilor de CO2; seră exterioară; puncte cardinale.

1. INTRODUCERE

Clădirea nZEB (nearly zero energy building) cu consum de energie aproape egal cu zero este definită ca fiind "clădirea cu perfomanța energetică foarte ridicată, la care necesarul de energie din surse conventionale este aproape egal cu zero sau este foarte scăzut și este acoperit în cea mai mare măsură cu energie din surse regenerabile, inclusiv cu energie din surse regenerabile produse la fața locului sau în apropiere." [1] Încă din procesul de proiectare, trebuie să avem în vedere reducerea consumului de energie. Pentru aceasta trebuie să luăm în considerare datele climatice privind însorirea, temperatura exterioară a aerului, umiditatea și viteza vântului. Aceste decizii influețează în mod direct confortul interior si necesarul de energie.

Pentru ca o clădire să poată asigura cerințele nZEB trebuie să țină cont de următoarele:

- Conformarea elementelor de anvelopă;
- Optimizarea raportului dintre suprafața opacă și suprafața vitrată;
- Optimizarea aporturilor solare;

- Utilizarea energie din surse regenerabile;
- Utilizarea sistemului de ventilare mecanică cu recuperare de căldură;
- Utilizarea pompei de căldură;
- Comportamentul utilizatorilor.

Optimizarea aportului de energie solară gratuită implică implementarea strategiilor de proiectare și tehnologii adecvate pentru a maximiza utilizarea radiației solare disponibile într-o clădire, cu scopul de a reduce consumul de energie. Aceste strategii pot include orientarea și dimensionarea optimă a suprafețelor vitrate, utilizarea materialelor cu proprietăți termice și optice favorabile, precum și integrarea sistemelor de captare solară pasivă sau activă, orientarea în funcție de punctele cardinale . Scopul este de a exploata eficient energia solară pentru a îmbunătăți eficiența energetică a clădirii și a reduce dependența de sursele de energie convenționale.

2. DESCRIEREA PROIECTULUI

Clădirea de studiu este unifamilială cu regim de înălțime P+1E, orientată cu suprafața vitrată extinsă către sud. Soluția structurală este mixtă, formată din pereți portanți de zidărie cu stâlpișori și structură din cadre de beton armat.

Elementele de anvelopă ale clădirii sunt: puntea termică orizontală atic, PTO soclu, PTO consolă balcon, PTO colț logie, intersecție perete exterior cu perete interior, intersecție pereți colț intrând, intersecție pereți colț ieșind, precum și conturul tâmplăriei.

În cazul pereților exteriori din zidărie de cărămidă, pentru obținerea valorii minime a rezistenței termice corectate este necesară utilizarea unui strat de izolație termică de 20 cm. Punțile termice cele mai importante sunt: puntea termică orizontală atic, PTO soclu, PTO consolă balcon, PTO colț logie, precum și conturul tâmplăriei. Pentru corectarea PTO atic a fost utilizat un atic din beton armat, în grosime de 15 cm, întrerupt printr-un conector izolator din vată minerală cu densitate în vrac Qa=15,kg/m² și conductivitate termică ʎD =0,04 W/mk de tipul celor produse de Peikko EBEA. Pentru corectarea PTO soclu se impune ca stratul de izolație termică din polistiren extrudat, în grosime de 15 cm, care izolează exteriorul elevației, să coboare cel puțin 60 cm sub cota terenului amenajat. PTO consolă balcon a fost corectată prin utilizarea unor conectori izolatori de la Peikko EBEA, în grosime de 15 cm, realizați din vată minerală cu densitate în vrac Qa=15,kg/m² și conductivitate termică ʎD =0,04 W/mk. PTO colț logie a fost corectată prin frângerea planșeului de beton armat, în dreptul grinzii, astfel încât să poată fi montat stratul de izolație termică necesar. Puntea termică contur tâmplărie a fost corectată prin montarea tâmplăriei exterioare în planul izolației termice, prin utilizarea unor pre-cadre din PES comprimat (polistiren expandat), de tipul celor fabricate de BLAUGELB.

Tâmplăria exterioară utilizată a fost una cu profil de 82 mm și geam termoizolant triplu, în pachet 3+14+3+14+6, transmitanța termică corectată agrementată fiind de 0,80 W/m2K.

Planșeul superior de tip terasă a fost izolat cu vată minerală rigidă, cu densitatea de peste 110 kg/m3, în grosime de 35 cm. Prin modelarea punții termice atic în diferite variante, s-a observat că stratul de tencuială de pe peretele exterior trebuie întrerupt la nivelul aticului, astfel încât izolația exterioară a aticului să fie în contact direct cu suprafața conectorului izolator, iar acesta să fie în contact cu izolație termică de peste planșeu. Altfel, valoarea punții termice crește semnificativ, din cauza faptului că prin stratul de tencuială se va pierde căldură direct către exterior.

Placa pe sol este protejată cu 20 cm de polistiren extrudat, punțile termice specifice acestui element fiind foarte greu de corectat, din cauza faptului că nu se poate întrerupe legătura clădire-teren de fundare.

TAB.2.1. Temperatura medie a clădirii

Parter					
Încăpere	t [°C]	s[m²]	h[m]	V[m³]	V·t
Living	20	26,1	2,85	74,385	1487,7
Bucătărie + loc de luat masa	18	29,51	2,85	84,104	1513,9
Baie	18	8,53	2,85	24,311	437,59
Vestibul+casa scării+hol	18	24,01	2,85	68,429	1231,7
Etaj					
Dormitoare	20	32,9	2,85	93,765	1875,3
Hol+Casa scării	18	14,28	2,85	40,698	732,56
Baie	18	7,3	2,85	20,805	374,49
Spațiu încălzit		142,63		406,5	7653,2
Temperatura medie		18,83			

Lucrarea vizează importanța poziționării clădirii în funcție de punctele cardinale pentru atingerea conceptului nZEB. Astfel, s-au folosit următoarele tehnologii: panouri solare pentru prepararea apei calde de consum, panouri fotovoltaice pentru iluminat și încălzire, pompă de căldură aer-apă pentru încălzire și preparare apă caldă de consum, serele cu ventilație mecanizată cu recuperare de căldură.

Pentru a reduce transferul termic la elementele de anvelopă în zonele de îmbinare atic și balcon se folosesc conectori termici. Aceștia sunt elemente portante care ajuta la eliminarea punților termice de la balcoanele în consolă sau din zona de îmbinare dintre elemente de construcții exterioare și plăcile de beton din interior.

Se recomandă orientarea clădirii astfel încât fațada orientată către sud să fie cea de lângă camera de zi și bucătărie, spații pentru activități de zi, în care radiația solară directă are un efect benefic asupra energiei utilizatorilor. De asemenea, s-a observat faptul că pentru a reduce efectul de supraîncălzire a spațiului interior prin suprafața vitrată , se impune utilizarea unor sisteme de umbrire.

În ceea ce privește încălzirea spațiului interior, pentru a obține un randament maxim al pompei de căldură aer-apă, se va utiliza un sistem de încălzire cu pardoseală radiantă, agentul termic fiind apa. De asemenea, panourile fotovoltaice au fost dimensionate astfel încât să acopere necesarul de energie pentru iluminatul artificial și o parte din consumul de energie electrică al pompei.

Cu scopul de a diminua pierdea de căldură prin ventilarea clădirii, s-a optat pentru utilizarea unei sere exterioare, amplasată în colțul sud-est al clădirii. Astfel, aerul utilizat la împrospătarea volumui interior, va fi preîncălzit la trecerea lui prin seră, de către radiația solară. Se aproximează faptul că temperatura aerului care va ajunge în interiorul clădirii va fi de peste 7-8 °C. Un alt efect benefic al

utilizării serei este faptul că aerul va fi caracterizat de o concentrație ridicată de oxigen, creat de plante din respirația acestora.

Apa caldă menajeră va fi preparată cu ajutorul unui boiler bivalent, cu dublă serpentină, una fiind conectată la sistemul de panouri solare, iar cealaltă la pompa de căldură.

Sistemul de panouri fotovoltaice a fost considerat unul ON-GRID, astfel încât energia produsă de panorui este stocată în gridul național.

Pe lângă tehnologiile adoptate, am demonstrat și importanța orientării optime a unei clădiri cu ajutorul programului “AllEnergy”, pentru a putea obține un aport solar cât mai eficient. Pentru a desfășura cercetarea noastră, am utilizat planurile și etapele următoare:



Fig.1.1 Axonometrie 1



Fig. 1.2 Axonometrie 2

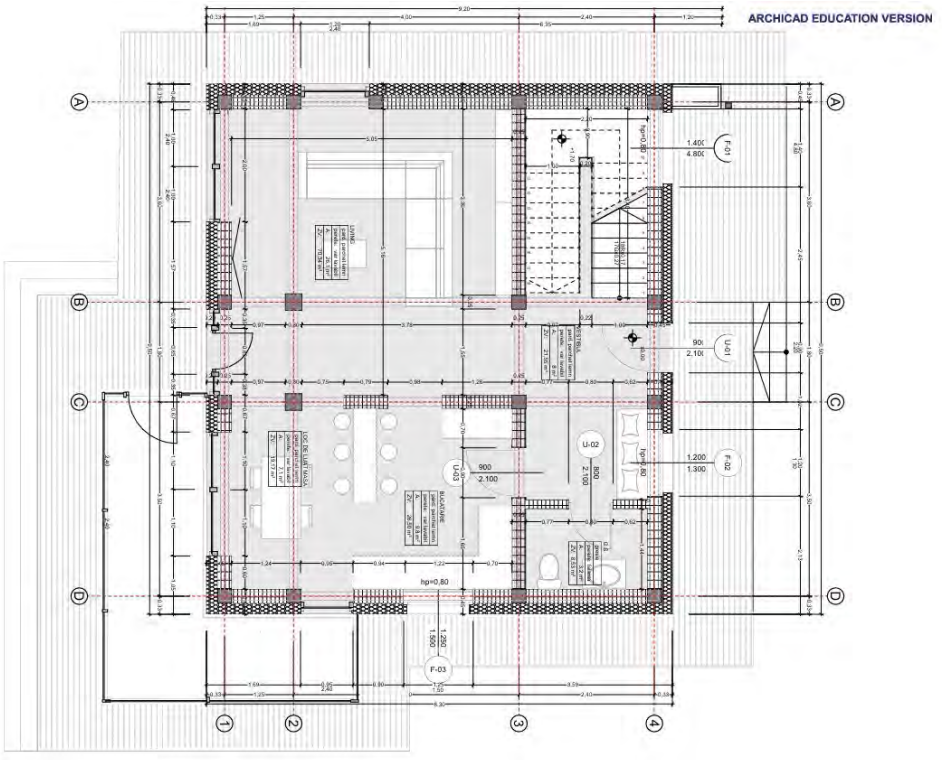


Fig.1.3. Plan parter

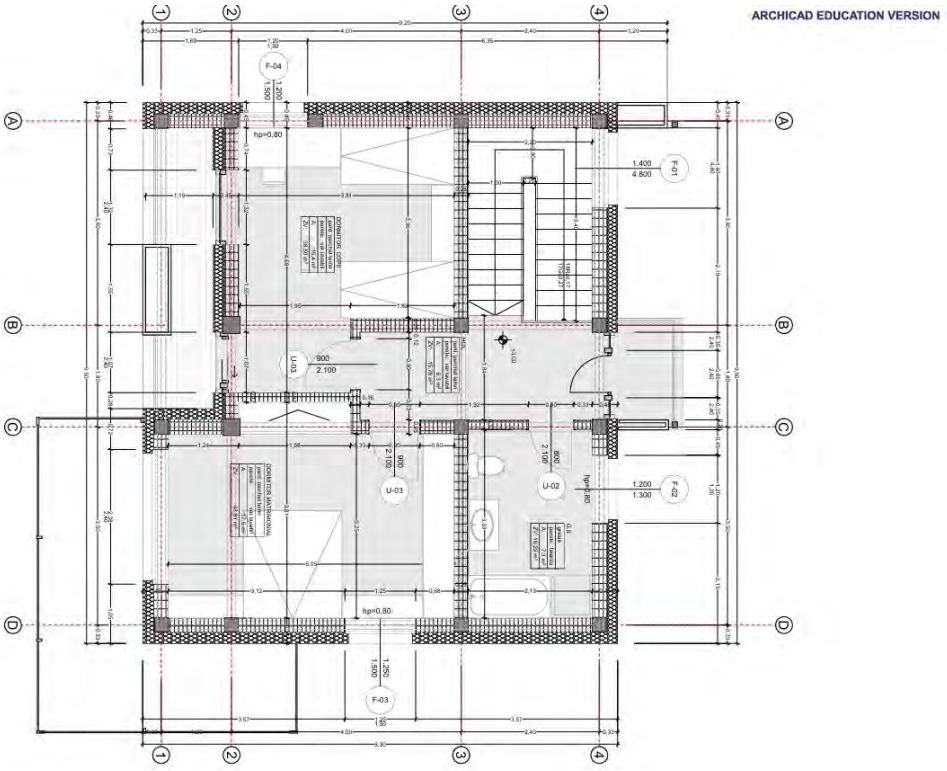


Fig.1.3. Plan etaj

2.1. Calculul suprafețelor elementelor de anvelopă

TAB.2.1.1. Suprafețele elementelor de anvelopă

	N (m^2)	S (m^2)	E (m^2)	V (m^2)
Aria totală fațadă	54,15	54,15	47,31	47,31
Aria totală suprafețe vitrate	15,54	26,04	6,03	4,875
Aria totală pereți exteriori	36,81	28,11	41,28	42,435
Suprafața totală tâmplărie exterioară	52,485 m^2			
Suprafața planșeului inferior	65,2 m^2			
Suprafața planșeului de la acoepriș tip terasă	64,8 m^2			

2.2. Calculul volumului încălzit

$V_{înc} = A_{pl.inf.} \cdot h_{înc} = 352,659\ m^3$

2.3. Calculul rezistențelor unidirecționale termice specific unidirecționale "R"

$$R = R_{si} + \sum \frac{d}{\lambda} + R_{se}$$

- R– rezistența termică specifică unidirecțională;
- Rsi, Rse – rezistența termică superficială la transfer termic prin convecție și radiație la suprafața interioară, respectiv exterioară;
- d-grosimea de calcul a stratului
- λ-conductivitatea termică de calcul a materialului

$$R_{si} = \frac{1}{\alpha i} \ \text{și} \ R_{se} = \frac{1}{\alpha e}$$

2.3.1. Placa pe sol

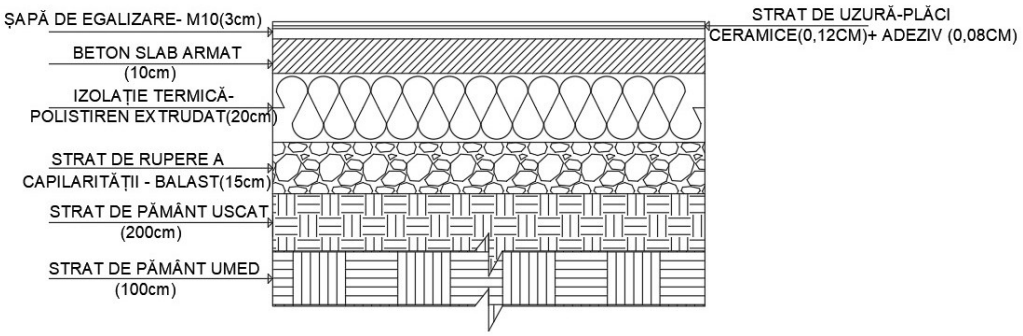


Fig. 2.3.1. Detaliu placă pe sol

TAB.2.3.1. Calculul rezistenței termice specifice unidirecționale a plăcii pe sol

NR. CRT.	DENUMIRE STRAT DE MATERIAL	GROSIME„d" [m]	CONDUCTIVITATE TERMICĂ [W/mK]	d/λ [m²K/W]
1	Strat de uzură - plăci ceramice	0,012	2	0,006
2	Adeziv	0,008	1,02	0,008
3	Șapă de egalizare - m10	0,03	0,93	0,032
4	Beton slab armat	0,1	1,74	0,057
5	Izolație termică - polist. Ext.	0,2	0,044	4,545
6	Strat de rupere a capilarității - balast	0,15	0,6	0,250
7	Strat de pământ uscat	1	1,16	0,862
8	Strat de pământ umed	6	1,16	5,172
Rezistență la permeabilitate termică				10,934
Rezistență la transferal termic prin convecție și radiație a suprafeței interioare Rsi [m²K/W]			6	0,167
Rezistență la transferal termic prin convecție și radiație a suprafeței exterioare Rse [m²K/W]				0
Rezistența termică specifică unidirectională, [m²K/W]				11,100

2.3.2 . Planșeu terasă necirculabilă

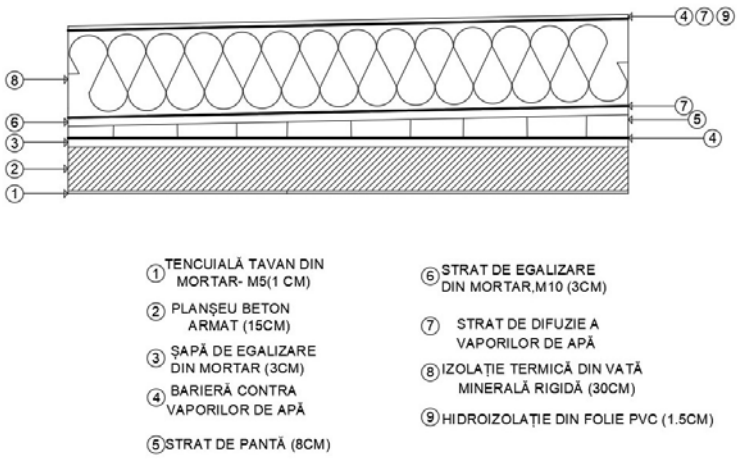


Fig. 2.3.2 Detaliu terasă necirculabilă

TAB.2.3.2. Calculul rezistenței termice specifice unidirecționale a plăcii terasă necirculabilă

NR. CRT.	DENUMIRE STRAT DE MATERIAL	GROSIME„d" [m]	CONDUCTIVITATE TERMICĂ [W/mK]	d/λ [m²K/W]
1	tencuială tavan din mortar, M5	0,01	0,87	0,011
2	planşeu din beton armat (12÷15 cm)	0,15	1,74	0,086
3	şapă de egalizare din mortar, M10	0,03	0,93	0,032
4	barieră contra vaporilor de apă, 1c+2b	-	-	0,000
5	strat de pantă din b.c.a, grosime medie	0,08	0,35	0,23
6	strat de egalizare din mortar, M10	0,03	0,93	0,03
7	strat de difuzie a vaporilor de apă, 1c perforat	-	-	0,00
8	izolaţie termică din vată minerală rigidă	0,3	0,042	7,14
9	strat de difuzie a vaporilor de apă, 1c perforat	-	-	0,00
10	barieră contra vaporilor de apă, 1c+2b	-	-	0,00
11	strat de difuzie a vaporilor de apă, 1c perforat	-	-	0,00
12	hidroizolaţie din folie de pvc	0,015	0,29	0,05

Rezistență la permeabilitate termică		7,585
Rezistență la transferal termic prin convecție și radiație a suprafeței interioare Rsi [m²K/W]	8	0,125
Rezistență la transferal termic prin convecție și radiație a suprafeței exterioare Rse [m²K/W]	24	0,042
Rezistența termică specifică unidirectională, [m²K/W]	7,752	

2.3.3 . Perete zidărie plină 25 cm

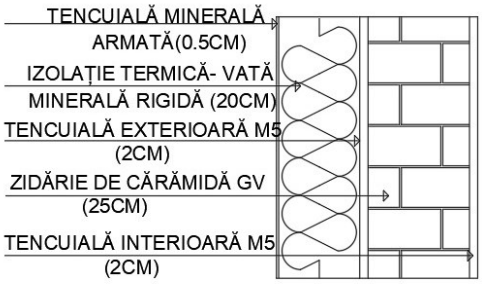


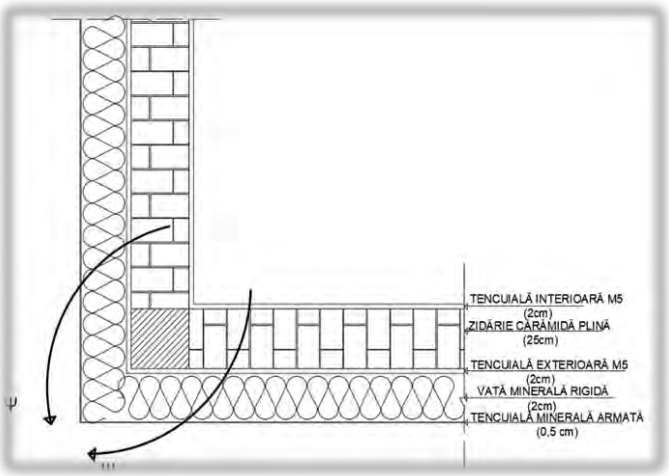
Fig. 2.3.3 Detaliu perete exterior zidărie

TAB.2.3.3. Calculul rezistenței termice specifice unidirecționale a peretelui exterior

NR. CRT.	DENUMIRE STRAT DE MATERIAL	GROSIME„d” [m]	CONDUCTIVITATE TERMICĂ [W/mK]	d/λ [m²K/W]
1	Tencuială interioară m5	0,02	0,87	0,023
2	Zidărie de cărămidă gvp	0,25	0,8	0,313
3	Tencuială exterioară m5	0,02	0,87	0,023
4	Izolație termică vată mineral rigidă	0,2	0,042	4,762
5	Tencuială minerală armată	0,005	1,02	0,005
Rezistență la permeabilitate termică				5,125
Rezistență la transferal termic prin convecție și radiație a suprafeței interioare Rsi [m²K/W]			8	0,125
Rezistență la transferal termic prin convecție și radiație a suprafeței exterioare Rse [m²K/W]			24	0,042
Rezistența termică specifică unidirecțională, [m²K/W]				5,292

2.4. Calculul coeficient de transfer termic liniar cu ajutorul programului RDM

2.4.1 . Colț ieșind



2.4.1.1 Detaliu colț iesind

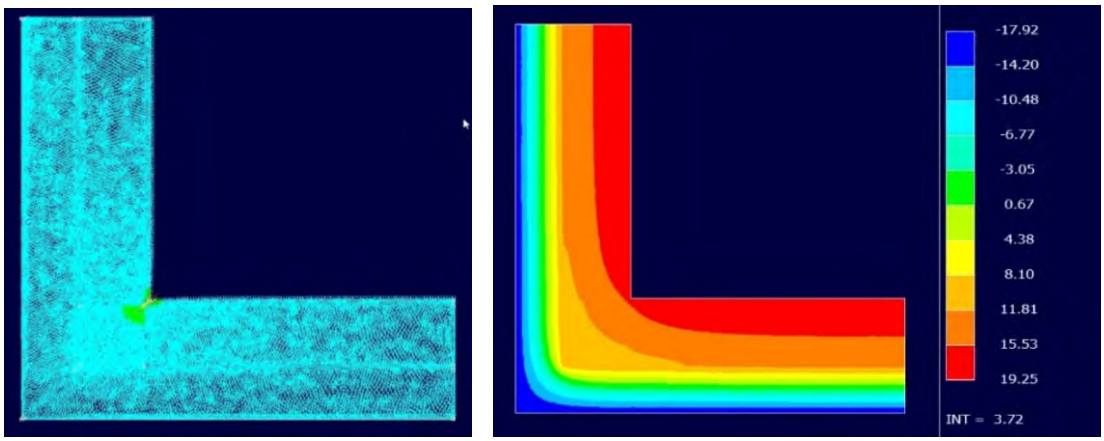


Fig. 2.4.1.2 Punte termică colț ieșind (stânga – denistatea fluxului, dreapta, variația temperaturilor)

2.4.2 . Colț intrând

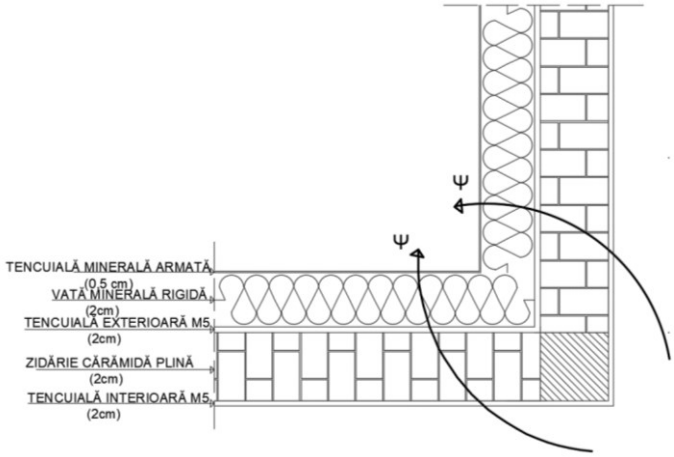


Fig. 2.4.2.1 Detaliu colț intrând

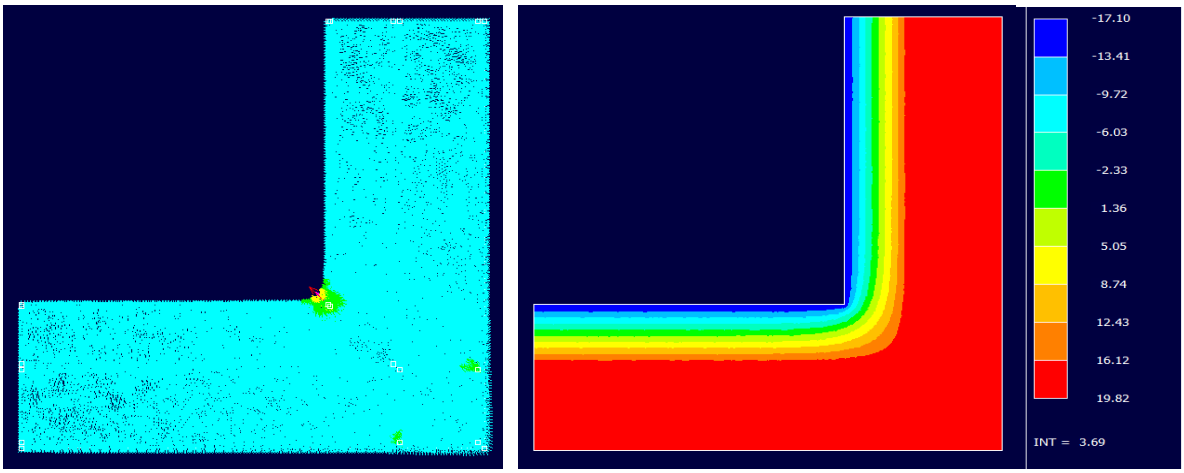


Fig. 2.4.2.2 Punte termică colț intrând (stânga – denistatea fluxului, dreapta-variația temperaturilor)

2.4.3 . Intersecție pereți

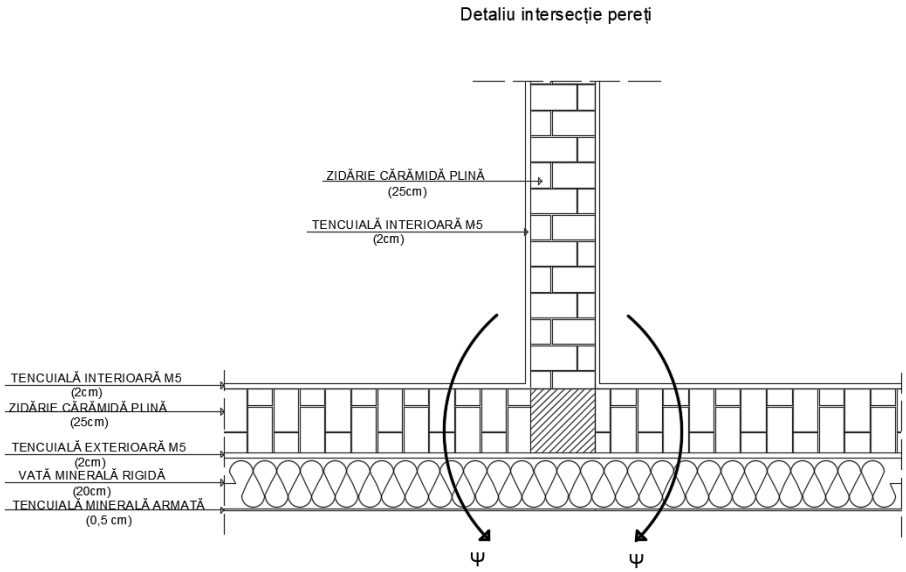
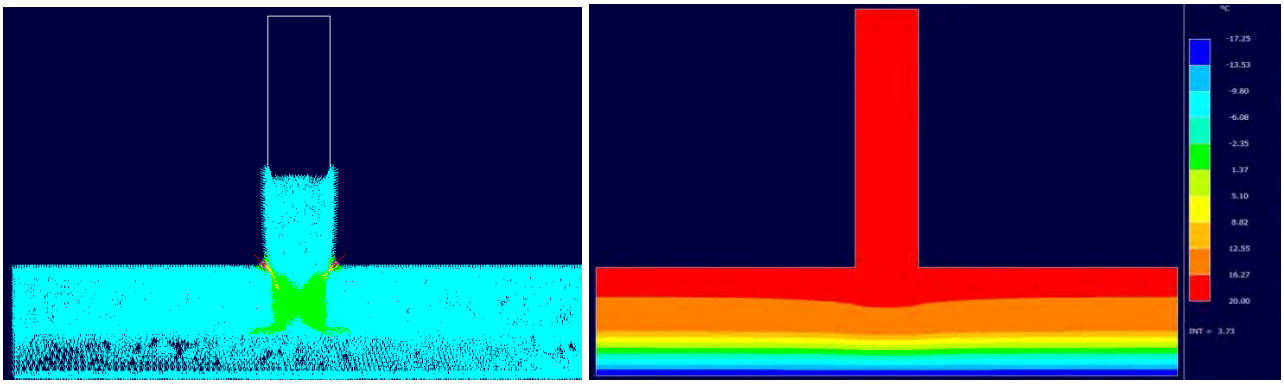
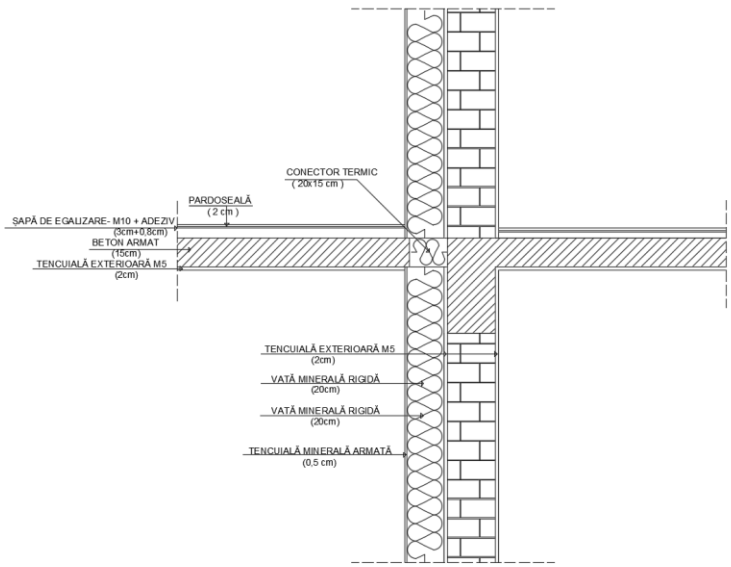


Fig. 2.4.3.1 Detaliu intersecție pereți



2.4.3.2 P. termică intersecție pereți (stânga – denistatea fluxului, dreapta-variația temperaturilor)

2.4.4 . Balcon



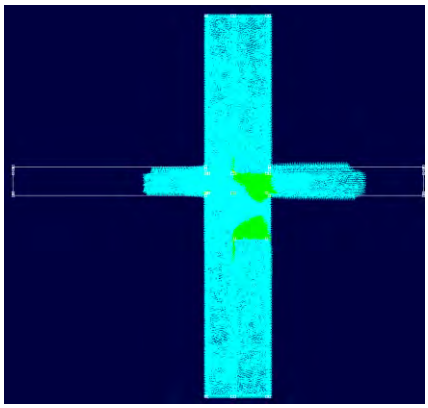


Fig. 2.4.4.1 Detaliu balcon

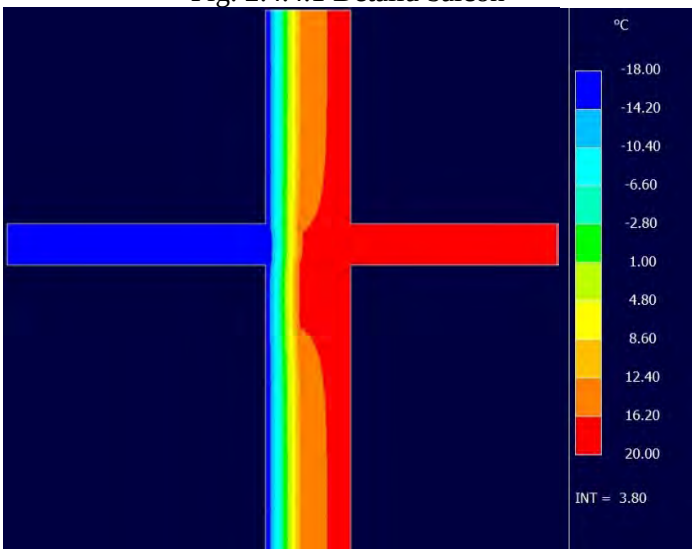


Fig. 2.4.4.2 Punte termică balcon (stânga – denistatea fluxului, dreapta-variația temperaturilor)

2.4.5 . Logie

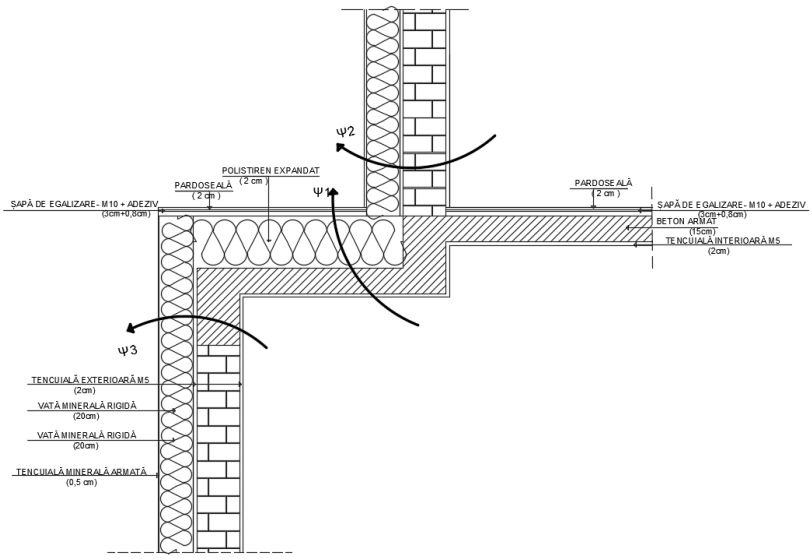


Fig. 2.4.5.1 Detaliu logie

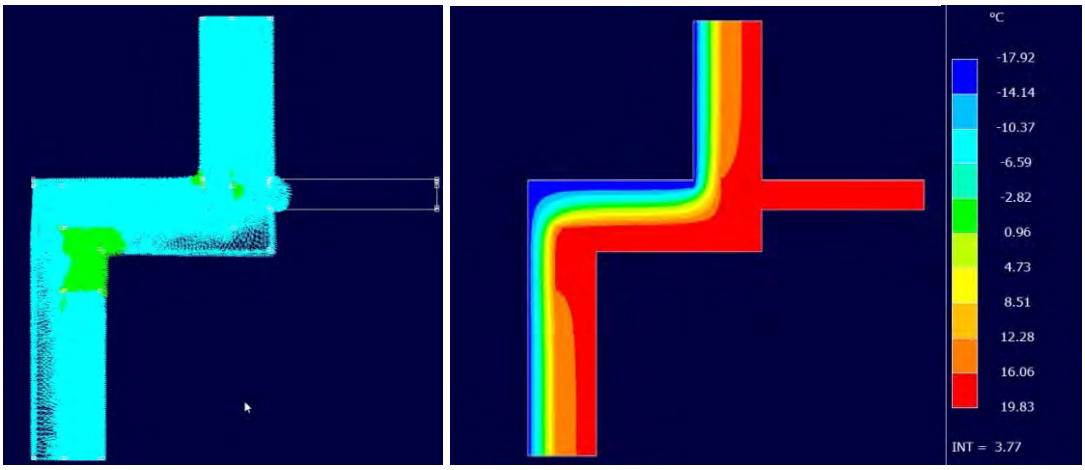


Fig. 2.4.5.2 Punte termică balcon (stânga – denistatea fluxului, dreapta-variația temperaturilor)

2.4.6 . Atic

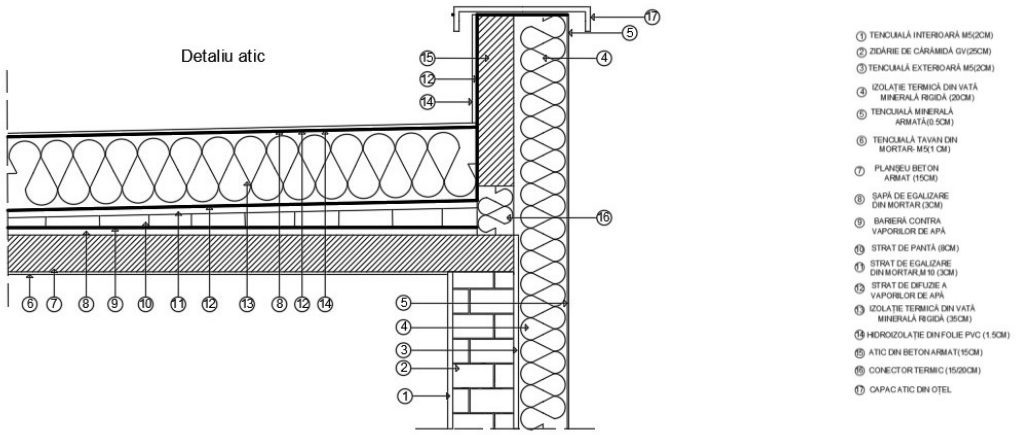


Fig. 2.4.6.1 Detaliu atic

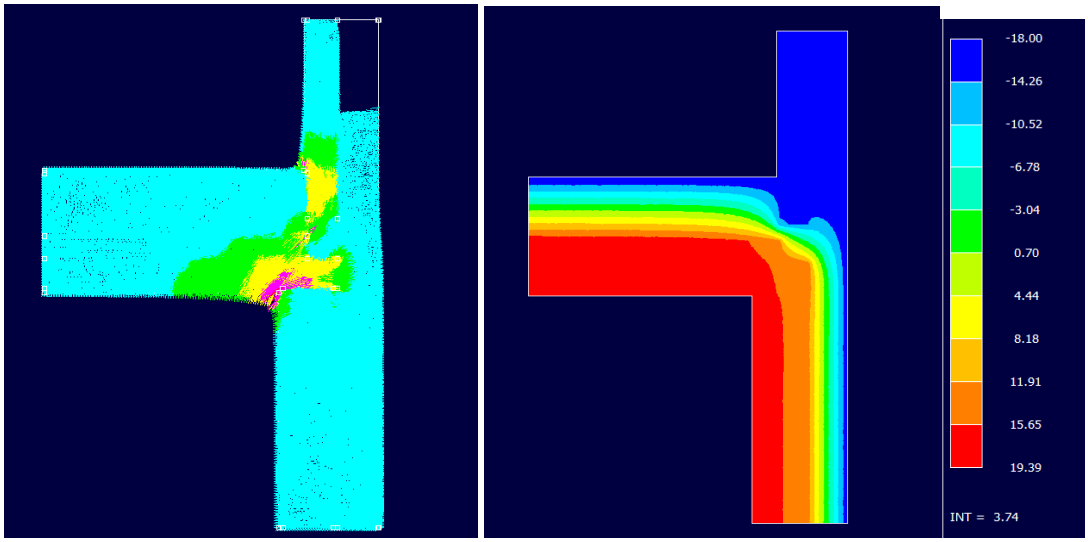


Fig. 2.4.6.2 Punte termică atic (stânga – denistatea fluxului, dreapta-variația temperaturilor)

2.4.7 Soclu

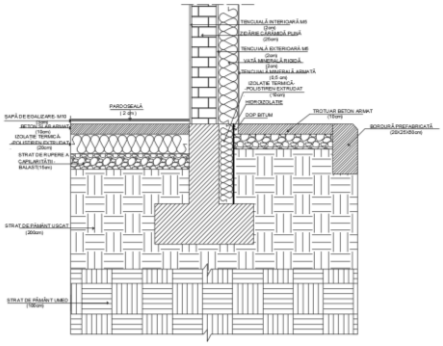


Fig. 2.4.7.1 Detaliu soc

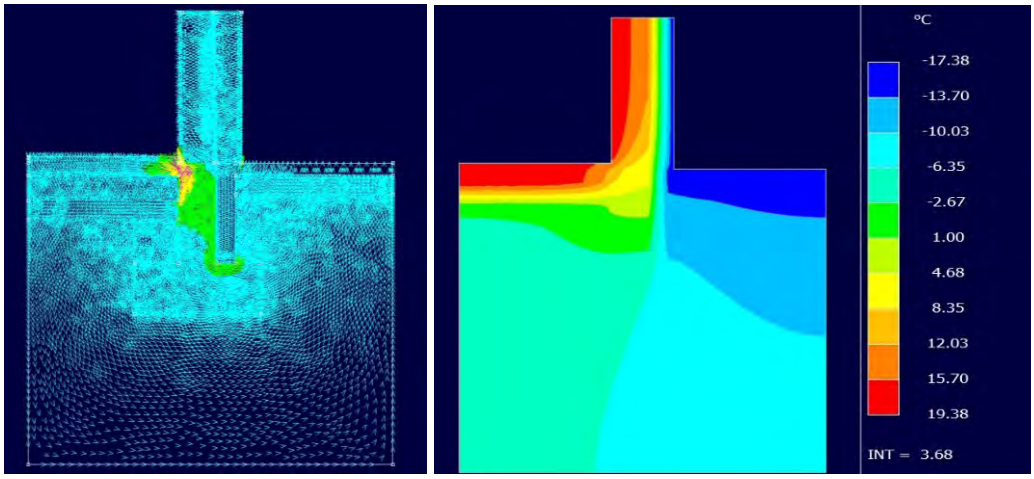


Fig. 2.4.6.2 Punte termică soclu (stânga – denistatea fluxului, dreapta-variația temperaturilor)

TAB.2.4.1. Calculul coeficient de transfer termic liniar

		flux	**ΔT**	**B**	**R**	**Ψ**	**Ti**	**Te**
		W/m	K	m	m²K/W	W/mK	C	C
PTO Soclu	perete exterior	9,930	38	1,2	6,450	0,075	20	-18
	placa pe sol	12,140	38	1,2	7,652	0,163	20	-18
PTO Atic	perete exterior	7,650	38	1,2	6,260	0,01	20	-18
	planseu superior	8,840	38	1,2	9,360	0,082	20	-18
PTO Colt ieșind	perete exterior	8,940	38	1,2	6,259	0,044	20	-18
PTO Colt intrând	perete exterior	-7,450	38	1,2	6,259	-0,388	20	-18
PTO intersectie	perete exterior	0,950	38	1,2	6,259	-0,022	20	-18
PTO Soclu	Consolsuperior perete	6,650	38	1,2	6,259	-0,017	20	-18
	Consol inferior perete	1,120	38	1,2	6,259	-0,162	20	-18
PTO Logie	perete superior exterior	6,330	38	1,2	6,259	-0,025	20	-18
	planseu logie	5,390	38	1,2	6,413	-0,045	20	-18
	perete inferior exterior	10,30	38	1,2	6,259	0,079	20	-18

$\Psi_{C.tâmp.} = \varphi_{perete(RDM)}/\Delta t - B/R_{perete} = 9,21/38\text{-}1,24\text{-}6,142 = 0,040$ W/mK

Unde:

- $\varphi_{perete(RDM)}$ = fluxul determinat în RDM [W/m^2]
- Δt = Ti-Te = diferența între temperatura interioară și exterioară [K]
- B = lungimea pe care a fost determinat fluxul termic care tranzitează elementul [m]
- R_{perete} = rezistența termică a peretelui [m^{2}K/W]

2.5. Calculul rezistențelor unidirecționale termice specific corectate R`

$$R` = \frac{1}{U`}\left[\frac{m^2 \cdot K}{W}\right]$$

$$U` = \frac{1}{R} + \frac{\sum \psi \cdot l}{A}, \left[\frac{W}{m^2 \cdot K}\right]$$

- U` - coefficient de transfer termic corectat al elementului din anvelopă considerat în calcul;
- ψ - coeficient de transfer termic liniar $\left[\frac{W}{m^2 \cdot K}\right]$
- l – lungimea punților termice , [m];
- A- aria suprafeței interioare a elementului din anvelopă considerat în calcul, [m^2];

TAB.2.5.1. Calculul rezistențelor termice

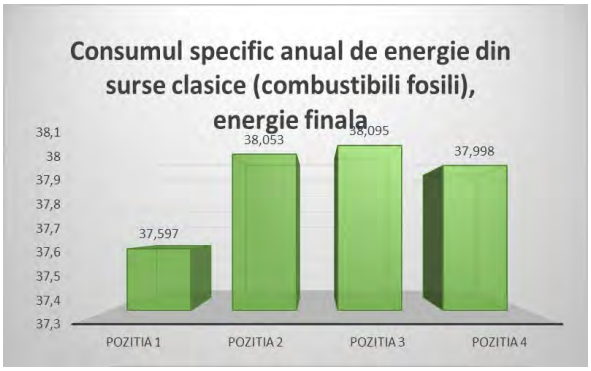
Nr. crt	Elemente de anvelopa	Detaliu punte	Ψ	Lung. p.t (l)	Ψ x l	A	R	Σ(Ψxl)	R`
			w/mk	m	w/k	m^2	m²K/W	W/K	m²K/W
1	**2**	3	4	5	6	7	8	9	10
1a.	Fatada N	colt iesind	0,044	11,40	0,496	38,61	6,45	2,58	4,505
		colt intrand	-0,388	0,00	0,000				
		intersectie T	0,022	11,40	0,247				
		PTO Soclu	0,075	8,70	0,655				
		balcon superior+balcon inferior	-0,179	2,00	-0,358				
		PTO Atic	0,010	8,70	0,084				
		logie	0,054	0,00	0,000				
		Contur tamplarie	0,040	36,50	1,460				
1b.		colt iesind	0,044	11,4	0,496		6,45		
		colt intrand	-0,388	5,7	-2,210				
		intersectie T	0,022	5,7	0,124				
		PTO Soclu	0,075	8,7	0,655				
		balcon superior+balcon	-0,179	0	0,000				

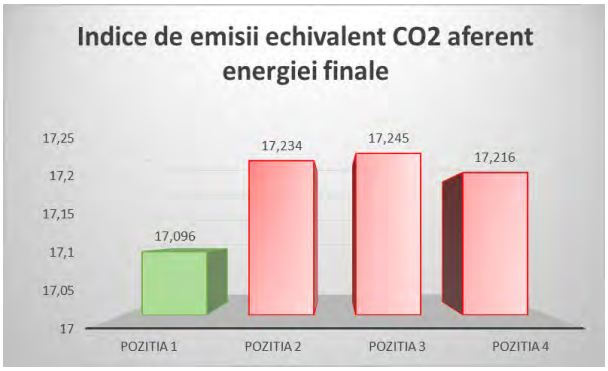
	Fatada S	inferior				28,11		1,777	4,582
		PTO Atic	0,010	3,4	0,033				
		logie	0,054	5,16	0,280				
		Contur tamplarie	0,040	60,01	2,400				
1c.	Fatada V	colt iesind	0,044	11,4	0,496	42,43	6,45	0,943	5,642
		colt intrand	-0,388	2,85	-1,105				
		intersectie T (perete exterior si interior)	0,022	11,4	0,247				
		PTO Soclu	0,075	8,7	0,655				
		balcon superior+balcon inferior	-0,179	0	0,000				
		PTO Atic	0,010	7,5	0,072				
		logie	0,054	1,20	0,065				
		Contur tamplarie	0,040	12,8	0,512				
1d.	Fatada E	colt iesind	0,044	11,4	0,496	41,28	6,45	1,070	5,526
		colt intrand	-0,388	5,7	-2,210				
		intersectie T	0,022	11,4	0,247				
		PTO Soclu	0,075	7,5	0,565				
		balcon superior+ balcon inferior	-0,179	0	0,000				
		PTO Atic	0,010	7,5	0,072				
		logie	0,054	1,25	0,068				
		Contur tamplarie	0,040	17,7	0,708				
2.	N	Planșeu terasă +atic	0,08	8,7	0,716	65,2	9,36	2,68	6,76
	S		0,08	8,65	0,712				
	V		0,08	7,75	0,638				
	E		0,08	7,5	0,617				
3	N	Placă pe sol	0,16	8,7	1,415	65,2	11,10	15,11	5,027
	S			8,7	1,415				
	V			7,5	1,220				
	E			7,5	1,220				

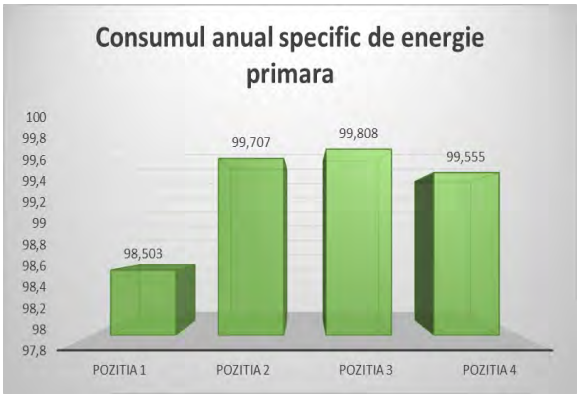
2.6. Calculul necesarul anual de căldură cu aplicația AllEnergy

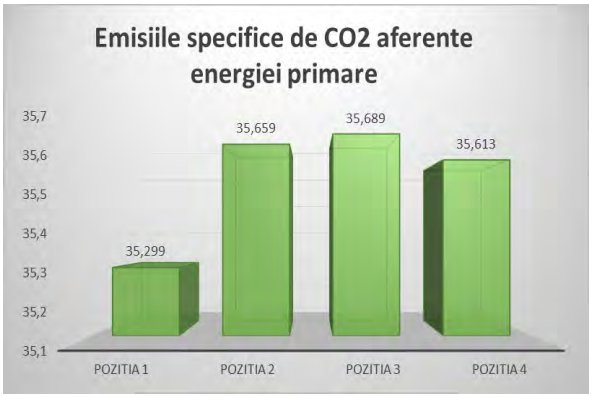
- Pentru poziția 1 cu suprafața vitrată extinsă spre sud vezi Anexa 1
- Pentru poziția 2 cu suprafața vitrată extinsă spre est vezi Anexa 2
- Pentru poziția 3 cu suprafața vitrată extinsă spre nord vezi Anexa 3
- Pentru poziția 4 cu suprafața vitrată extinsă spre vest vezi Anexa 4

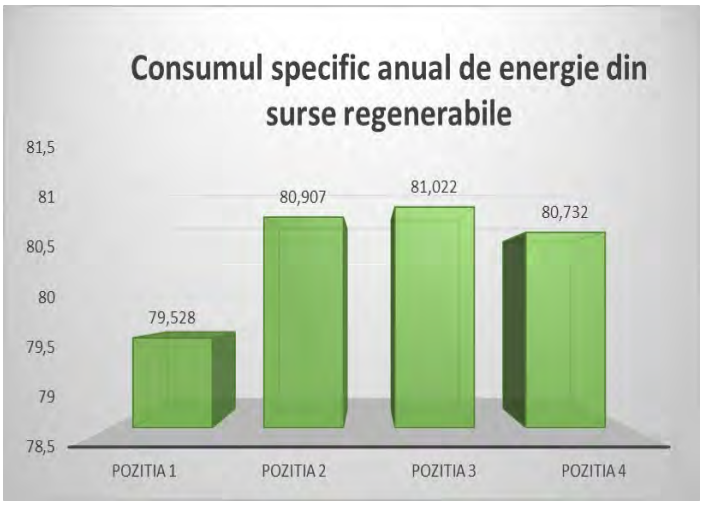
2.7.Compararea variantelor de orientare a cladirii din punct de vedere al energiei consumat











În urma graficelor de mai sus s-a constatat că orientarea clădirii conform poziției 1 este cea mai avantajoasă obținând cele mai mici consumuri de energie dar și emisii de CO2.

Calcul transmitanță termică liniară medie [W/mK]: $\Sigma\Psi \cdot l / l = 15.906/359.17 = 0.0442$

3. CONCLUZII ŞI PERSPECTIVE DE DEZVOLTARE

TAB.3.1. Centralizare rezultate. Verificarea valorilor obținute în raport cu cele din MC001/2006

Nr.crt.	Denumire marker	Valoare de referință MC 001-2006	Valoare obținută	Îndeplinire criteriu
1.	Rezistența termică corectată a peretelui exterior N [m^2K/W]	1,8	4,51	
2.	Rezistența termică corectată a peretelui exterior V [m^2K/W]	1,8	5,64	
3.	Rezistența termică corectată a peretelui exterior S [m^2K/W]	1,8	4,58	
4.	Rezistența termică corectată a peretelui exterior E [m^2K/W]	1,8	5,53	
5.	Rezistența termică corectată a Tâmplăriei exterioare N [m^2K/W]	0.77	1,25	
6.	Rezistența termică corectată a Tâmplăriei exterioare V [m^2K/W]	0.77	1,25	
7.	Rezistența termică corectată a Tâmplăriei exterioare S [m^2K/W]	0.77	1,25	
8.	Rezistența termică corectată a Tâmplăriei exterioare D [m^2K/W]	0.77	1,25	
9.	Rezistența termică corectată a Planșeului superior [m^2K/W]	5,00	6,76	
10.	Rezistența termică corectată a Planșeului inferior [m^2K/W]	4,50	5,027	
11.	Energie Primară [kWh/m^2an]	145,0	98,503	
12.	Emisie de CO_2 [kg/m^2an]	40	17,096	
13.	Transmitanță termică liniară medie [W/mK]	-	0,0442	

Valoarea Energiei primare necesară este de 98,503 kWh/m²an, iar emisia de CO2 este de 17,096 kg/m²an, valori sub cele impuse de MC001-2006

Calculul a utilizat metoda sezonieră din MC001/2006 cu proiecția atingerii valorilor lui R' pentru clădirile rezidențiale nou proiectate/construite conform MC001/2022

TAB.3.2. Centralizare rezultate. Verificarea valorilor obținute în raport cu cele din MC001/2022

Nr.crt.	Denumire marker	Valoare de referință MC 001-2022	Valoare obținută	Îndeplinire criteriu
1.	Rezistența termică corectată a peretelui exterior N [m^2K/W]	4	4,51	
2.	Rezistența termică corectată a peretelui exterior V [m^2K/W]	4	5,64	
3.	Rezistența termică corectată a peretelui exterior S [m^2K/W]	4	4,58	

4.	Rezistența termică corectată a peretelui exterior E [m^2K/W]	4	5,53	
5.	Rezistența termică corectată a Tâmplăriei exterioare N [m^2K/W]	0,9	1,25	
6.	Rezistența termică corectată a Tâmplăriei exterioare V [m^2K/W]	0,9	1,25	
7.	Rezistența termică corectată a Tâmplăriei exterioare S [m^2K/W]	0,9	1,25	
8.	Rezistența termică corectată a Tâmplăriei exterioare D [m^2K/W]	0,9	1,25	
9.	Rezistența termică corectată a Planșeului superior [m^2K/W]	6,67	6,76	
10.	Rezistența termică corectată a Planșeului inferior [m^2K/W]	5	5,027	
11.	Energie Primară [kWh/m^2an]	133,3	98,503	
12.	Emisie de CO_2 [kg/m^2an]	17,1	17,096	
13.	Transmitanță termică liniară medie [W/mK]	0,15	0,0442	

Valoarea Energiei primare necesară este de 98,503 kWh/m²an, iar emisia de CO2 este de 17,096 kg/m²an, valori sub cele impuse de MC001-2022.

Din perspectiva aporturilor solare gratuite, orientarea optimă a clădirii este cu suprafața vitrată predominantă către sud. Acest aspect este confirmat și de emisiile de CO2 asociate energiei finale utilizate, care respectă și chiar înregistrează valori inferioare celor impuse atât de standardul MC001-2006 cât și de MC001-2022.

Pe baza rezultatele prezentate în tabelele 3.1 și 3.2 , se poate observa că strategiile implementate și detaliate în lucrare (utilizarea conectorilor termici, utilizarea panourilor solare, utilizarea panourilor fotovoltaice , utilizarea pompei de căldură aer-apă, utilizarea unei serele exterioare dotată cu ventilare mecanizată și a tâmplăriei montate pe precadre) au facilitat construcția unei locuințe care a obținut certificarea de performanță energetică de clasă A, precum și o locuință cu Consum de Energie Aproape de Zero (NZEB).

Considerăm că studiul trebuie continuat și prin analiza altor clădiri de locuit, caracterizate de suprafețe vitrate mult diferite pe fațade. De asemenea, studiul poate fi extins și asupra clădirilor din domeniul terțiar, clădiri caracterizate de spații vitrate generoase.

BIBLIOGRAFIE

1. Legea nr. 372/2005 privind performanța energetică a clădirilor
2. C107-7/2005-Normativ privind calculul termotehnic al elementelor de construcție ale clădirilor.
3. „Metodologie de calcul al performanței energetice a clădirilor, indicativ Mc 001-2006”
4. „Metodologie de calcul al performanței energetice a clădirilor, indicativ Mc 001-2022

CASE SUBTERANE

Autor/autori

Delia-Ioana V. PORCOS[1], Stefania V. ASOLTANEI[2], Simona V. APOSTU[3]
[1]*Facultatea de constrcutii si instalatii., Universitatea Gheorghe Asachi Iasi, , e-mail: delia-ioana.porcos@student.tuiasi.ro .*
[2]*Facultatea de constrcutii si instalatii., Universitatea Gheorghe Asachi Iasi, , e-mail:stefania.asoltanei@student.tuiasi.ro*
[3]*Facultatea de constrcutii si instalatii., Universitatea Gheorghe Asachi Iasi, , e-mail:simona.apostu@student.tuiasi.ro*

Îndrumător
S.l.Dr.Ing. Oana-Elena COLȚ[4]
[4]*Facultatea de constrcutii si instalatii., Universitatea Gheorghe Asachi Iasi, , e-mail: oana-elena.colt@academic.tuiasi.ro*

REZUMAT:*Tema din acest articol este reprezentată de locuințele subterane ca o alternativă la locuințele tradiționale de construite la suprafață, având ca obiectiv minimizarea impactului asupra mediului. Articolul evidențiază istoria şi evoluția caselor subterane, precum şi a celor construite în peșteri sau structuri naturale/artificiale, cu exemple precum Skara Brae și Mesa Verde. Documentul subliniază pune în paralele avantajele şi dezavantajele construcțiilor sub pământ punctând asupra posibilității reducerii costurilor de încălzire și răcire a caselor subterane în comparație cu cele convenționale, creând astfel posibilitatea de eficientizare energetică a construcțiilor de locuit. Concluziile indică că locuințele subterane pot reprezenta o soluție sustenabilă și eficientă din punct de vedere energetic, oferind un nivel ridicat de confort termic și reducând impactul asupra mediului.*

Cuvinte cheie: case subterane, construcții sub pământ, eficientizare energetică, sustenabilitate

1. Introducere

Încă de la începutul existenței umane, locuința este considerată una dintre elementele de bază pentru supraviețuire și protecție împotriva condițiilor naturale dificile. În contextul problemelor climatice şi a reglementărilor Europene în domeniul protecției mediului am putea spune totodată că datoria fiecărui om este de a urmări schimbările și de a nu fi un indicator al distrugerii naturii.
Scopul acestei lucrări este de a analiza construcţiile subterane, ca o nouă formă de locuire. Locuințele subterane se refera la traiul sub suprafața solului, fie in peșteri sau structuri naturale, fie artificiale. Ele reprezintă o alternativă la locuințele de la suprafață pentru persoanele în căutarea unei locuinţe şi care doresc să minimizeze impactul asupra mediului. Conceptul care stă la baza considerării unei case în pământ pornește de la idee că nu necesită costuri semnificative la încălzire şi răcire.

2. Istoria caselor subterane

Locuința din pământ este una dintre cele mai vechi forme de construcție, [1]. Conceptul de adăpost este prima nevoie a ființei. Această cerință a fost îndeplinită folosindu-se materiale de bază, furnizate de mediul înconjurător, astfel, încă din 15.000 I.HR, strămoșii noștri, vânătorii, agricultorii, şi-au făcut adăposturi în diferite spaţii naturale: peșteri, cratere, stânci, dealuri, [2].

Unul dintre cele mai vechi exemple, care datează de aproximativ 5.000 de ani, poate fi găsit la Skara Brae (figura 1), în Insulele Orkney, în nordul Scoției. Un alt exemplu istoric de locuințe construite în pământ ar fi Mesa Verde, în sud-vestul SUA (figura 2). Aceste clădiri sunt construite direct pe cornișele și peșterile de pe fațada stâncilor. Peretele frontal este construit cu piatră și pământ local pentru a închide structura, [3].



Fig.1. Skara Brae [4]

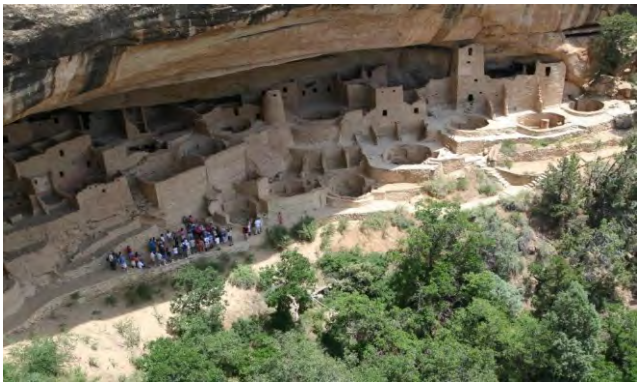


Fig. 2. Mesa Verde, Colorado [5]

Casele pasive, supraizolate, cu emisii reduse de carbon sau cu emisii zero de carbon au avut o răspândire mult mai largă în timpurile moderne. Peste 20.000 de clădiri certificate conform standardelor nZEB au fost construite în Europa de Nord. Unii susțin că, în timp, disponibilitatea tot mai redusă a spațiului de construcție, precum și nevoia și interesul tot mai mare pentru locuințe ecologice vor face ca adăposturile de pământ să devină mai frecvent folosite, [3].

3.Structura unei case subterane

Componența structurală a adăposturilor din pământ este alcătuită în principal din elementele de susținere (pereţii şi acoperişul) și din umplutură compactată. Rezistența și compoziția materialului utilizat ca umplutură determină capacitatea de a rezista la încărcări. Elementele de susținere sunt pereții casei care conlucrează cu pământ din jur și umplutura de deasupra acoperișului. In cazul pământului ca material de construcție, rezistența este evaluată prin stabilitatea pământului, ţinând totodată cont de rezistenţa la eroziunea vântului și ploii.

Atunci când pământul reprezintă materialul principal de contrucţii, pereții din pământ asigurând suportul necesar pe care îl oferă un perete normal într-o construcție obișnuită de cas, şi sunt considerați ca fiind cel mai valoros element structural al construcţiei subterane. Cu toate acestea, nu toate tipurile de pământ sunt eficiente în construcția acestor case subterane.

Din studii s-a identificat că cele mai bune pământuri sunt cele granulare, cum ar fi nisipul și pietrișul. Aceste pământuri sunt compactabile, preiau încărcări mar și sunt foarte permeabile, ceea ce înseamnă că permit scurgerea rapidă a apei. Cele mai nefavorabile pământuri sunt cele coezive, cum ar fi argila, care se pot dilata atunci când sunt umezite și au o permeabilitate slabă.

Cu toate acestea, orientările generale arată că casele mai adânc îngropate necesită pereți structurali mai puternici și mai durabili. Pereții trebuie să ofere o suprafață bună pentru impermeabilizare și izolație pentru a rezista la presiunea și umiditatea solului înconjurător.

Odată cu adâncimea, precum şi atunci când solul este umed sau înghețat, presiunea asupra pereților și podelelor crește.

În majoritatea proiectelor de case de pământ, acoperișul este, de obicei, cea mai dificilă parte a întregii structuri. Cu idei recente în domeniul ecologiei, acoperișul locuinţelor de pământ ofera funcții interesante de amenajare peisagistică sau poate avea si el un finisaj natural, [10].

3.1. Tipuri moderne de constructii subterane

1.Earth ship: Exista si alte câteva abordări neconvenționale utilizate în construcția locuințelor din pământ. Una dintre aceste abordări este denumită navă de pământ. Aceste case sunt construite pentru a fi autonome și independente; designul lor permite ocupanților să cultive hrană în interior și să își întrețină propriile sisteme de apă și sisteme electrice solare. Unii constructori consideră ca prin aceasta construcție se valorifica temperatura constantă a Pământului și se stochează energie suplimentară de la soare în timpul iernii. Aceste nave pământene își duc la îndeplinire tema ecologică prin utilizarea unor materiale de construcție neobișnuite, sub forma unor anvelope de automobil reciclate umplute cu pământ compactat pentru masa termică și structură. În timp ce anvelopele formează cadrele structurale principale ale clădirii, se folosesc cutii de aluminiu sau de conserve pentru a umple pereții neportanți.



Fig. 6. Pereți făcuți din doze de aluminiu [11]

2.Bermed earth shelter: În acest tip de construcție, pământul este adunat lângă pereții exteriori și cu pantă spre exteriorul casei. Acoperișul poate fi sau nu acoperit în întregime cu pământ, iar ferestrele/ deschiderile pot fi pe una sau mai multe laturi ale casei.



Figura 7-Locuință cu bermă [12]

3.Construcția în pantă: Casa este așezată pe o pantă sau pe un versant. Cea mai practică utilizare este a unui deal orientat spre ecuator (sud în emisfera nordică și nord în emisfera sudică). Pentru acest tip de adăpost există un singur perete expus, toți ceilalți pereți fiind înglobați în pământ.

4.Îngropată complet: casa este construită complet sub pământ pe un teren plat, cu spațiile de locuit principale în jurul unei curți sau atrium central în aer liber. Ferestrele și ușile de sticlă care se află pe pereții expuși care dau spre atrium oferă lumină, căldură solară, vedere spre exterior și acces prin intermediul unei scări de la nivelul solului.

4.Materiale

4.1.Materiale pentru structură

Betonul armat ecopact este cel mai frecvent utilizat ca material structural în construcția acestor locuințe. Este rezistent și ușor de procurat. Se poate folosi și oțelul, dar trebuie să fie acoperit de beton pentru a nu intra în contact direct cu solul, care corodează metalul. Cărămizile și bolțarii din beton sunt, de asemenea, opțiuni posibile în construcția locuințelor din pământ. Totodată se pot folosi si materiale tradiționale precum: chirpici (blocuri din pământ, mai exact lut, amestecat cu paie și uneori nisip sau alte materiale granulare) și paiante (sistem de construcție pentru pereți formate dintr-un schelet din lemn si umplutură din diferite materiale naturale), [17].

4.2. Materiale pentru hidroizolare

Se folosesc mai multe straturi pentru hidroizolație. Primul strat are rolul de a sigila orice fisuri sau pori din materialele structurale, funcționând, de asemenea, ca un adeziv pentru membrana impermeabilă. Stratul de membrană este adesea o folie groasă și flexibilă de polietilenă numită **EPDM.** Acest material previne, de asemenea, ca rădăcinile pământului din jur să nu pătrundă prin hidroizolație. Există diverse **acoperiri pe baza de ciment** care pot fi folosite ca hidroizolație. Produsul este pulverizat direct pe suprafața neprotejată. Acesta se usucă și acționează ca un strat ceramic uriaș între perete și pământ. **Bentonita** este alternativa de realizare a hidroizolaţiei daca ne dorim să realizăm o structura ecologică.

4.3. Materiale pentru termoizolație

Există două tipuri de izolație utilizate în construcția adăposturilor de pământ. Primul este reprezentat de plăci de polistiren. Al doilea tip de izolație este o spumă pulverizată. Aceasta funcționează foarte bine atunci când forma structurii este neconvențională, rotunjită sau greu de accesat. Izolația din spumă necesită un strat protector suplimentar de acoperire, cum ar fi o folie, pentru a o ajuta să reziste la pătrunderea apei, [10].

5.Eficiența energetică

În opinia unor cercetători în domeniul locuințelor terestre, construcțiile subterane permit economii de energie prin reducerea sarcinilor anuale de încălzire și răcire în comparație cu structurile convenționale cunoscute. Nu numai că se reduce diferența de temperatură dintre exterior și interior, dar mai ales pentru că acest tip de construcție este protejată și de radiația solară directă, [1].

O valoare semnificativă a locuințelor adăpostite în pământ și motivul pentru care au fost evaluate este potențialul de economisire a energiei în comparație cu locuințele convenționale supraterane. Acest potențial se bazează pe mai multe caracteristici fizice unice. Prima dintre aceste caracteristici constă în reducerea pierderilor de căldură datorate conducției prin învelișul clădirii ca urmare a densității ridicate a pământului. Într-o clădire protejată de pământ, chiar și la adâncimi foarte mici și în condiții normale de mediu, temperaturile solului rareori ating

temperaturile aerului exterior în căldura unei zile normale de vară. Această condiție permite conducerea unei cantități mai mici de căldură în casă datorită diferenței reduse de temperatură.

În cazul climatelor mai reci, s-a observat că, în timpul iernilor, rata de pierdere de căldură în cazul structurilor cu bermă (susținute de pământ) a fost mai mică în comparație cu cea a structurilor la sol. Acest lucru indică, prin rezultatele obținute, că temperatura de la suprafața podelei a crescut cu 3°C pentru o structură cu bermă de 2,0 m adâncime, datorită transferului mai mic de căldură de la componentele clădirii la sol, sugerând astfel prezența unei surse pasive de căldură din sol chiar și la temperaturile extrem de scăzute ale iernii [2] Acest lucru contribuie în mod evident ca factor de economisire a energiei în clădirile cu adăposturi de pământ în climatele reci.

Cantitatea de căldură pierdută în acest mod depinde de coeficientul de transmisie termică (factorul R) al învelișului și de diferența de temperatură dintre interiorul învelișului și exterior. Deși coeficientul R al pământului este substanțial mai mic decât cel al altor materiale izolatoare, cantitatea mare de pământ aferentă locuințelor poate oferi un coeficient R global comparabil cu structuri mai bine izolate, [3].

Este cunoscut faptul că soarele este unul dintre cei mai importanți factori determinanți în proiectarea clădirilor eficiente din punct de vedere energetic. Energia radiantă provenită de la soare poate fi utilizată ca generator de căldură atât activ, cât și pasiv pentru o clădire.

Pământul este un mare moderator al schimbărilor de temperatură. Atunci când se încălzește, poate rămâne cald o perioadă lungă de timp fără să piardă prea multă căldură. Pământul nu reacționează la fel de rapid la schimbările de temperatură precum aerul. Acest lucru înseamnă că, de exemplu, dacă temperaturile de la suprafața aerului variază între -15°C și 35°C de-a lungul anului (de la iarnă la vară), atunci la aproximativ 3 metri sub acesta, temperatura pământului va varia doar între 10°C și 15°C. Această diferență mică explică capacitatea pământului de a menține temperaturi stabile pe tot parcursul anului. Aceasta este o tendință semnificativă de conservare a energiei în cazul reducerii sarcinii sistemelor de încălzire și de climatizare a locuințelor.

6.Studiu de caz

Eficienţa acestor tipuri de construcţii cu utilizare case de locuit a fost analizată de-a lungul timpului iar literatura de specialitate ne-a permis să extragem câteva concluzii.

Un exemplu foarte bun în acest sens este articolul ’ENERGY EFFICIENCY MONITORING OF AN EARTHSHELTERED HOUSE AFTER 4 YEARS OF USE’ realizat de către George ȚĂRANU, Ligia Mihaela MOGA și Ionuț Ovidiu TOMA în care este evaluată diferența de consum dintr-o casa convențională si una subterană.

S-a analizat comparativ consumul unei case subterane şi convenționale, În fiecare an, în timpul verii, cantități care variază de la 14 m^3 la 18 m^3 de lemn au fost cumpărate. Cantitatea totală și consumul lunar de lemn în fiecare sezon sunt următoarele prezentate în figura 8.

În articol, se evidențiază mai multe diferențe și comparații între casa subterană și casa convențională, precum:

- Consumul de lemn și energie termică: se menționează că sistemul de casă semiîngropată și acoperișul acoperit cu pământ au redus pierderile de căldură ale casei, ceea ce s-a tradus în 30%

mai puțin lemn folosit pentru încălzire în anumite perioade. În comparație, se indică că o casă convențională a unui vecin, cu o suprafață utilă de 80 m2, a consumat într-un an aproximativ 10 m3 de lemn, având un consum anual de energie termică de 210 kWh/m2/an. Aceste comparații evidențiază beneficiile sistemului de casă semiîngropată în ceea ce privește reducerea consumului de lemn și energie termică.

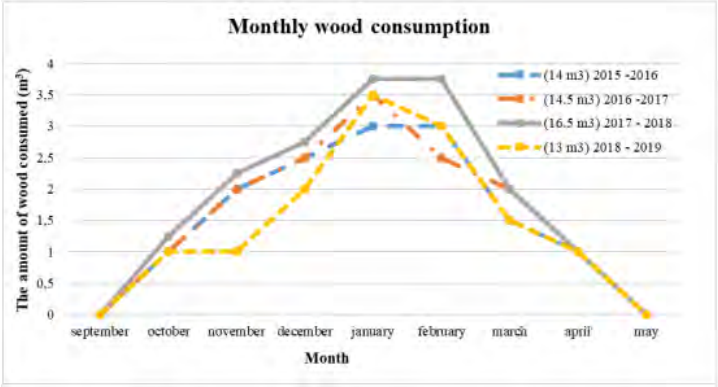


Figura 8-Consumul lunar de lemn

- Eficiența energetică: se menționează că media anuală pe metru pătrat în ceea ce privește consumul de energie pentru încălzire plasează clădirea semiîngropată în categoria energetică B. În comparație, se discută despre consumul specific mediu anual pe m^2 pentru toate tipurile de clădiri la nivelul UE, evidențiind variațiile semnificative în funcție de țară și condiții climatice.
- Condiții de confort: se subliniază că temperatura interioară în casa semiîngropată a fost menținută la un nivel confortabil, iar sistemul a avut un impact pozitiv asupra consumului de apă caldă menajeră. În comparație, se abordează aspecte legate de răcirea zonei de locuit și importanța controlului umidității în menținerea confortului interior în ambele tipuri de clădiri.

Aceste comparații evidențiază avantajele și eficiența sistemului de casă semiîngropată în ceea ce privește consumul de resurse și condițiile de confort în comparație cu o casă convențională.

Tabelul 4. Evaluarea consumului anual de energie și lemn într-o casă tipică supraterană și într-o casă protejată de pământ

	Casă convențională	Casă subterană
Suprafață (m^2)	80	167
Consum lemn (m^3/an)	10	14
Consum energie (kWh/m^2/an)	210	90

7.Avantaje și dezavantaje

Orice timp de construcție, tehnologie, metodă de calcul vine cu avantaje și dezavantaje. Și in cazul acesta vorbim de avantaje și dezavantaje dar, parcă comparativ avantajele primează.
Pornind de la întrebarea “Cât de practice sunt casele subterane?” arhitectul JOHN KELLETT răspunde cu o varietate de avantaje:

- “Foarte practice, în solul potrivit, acestea pot oferi:
- Pereți "gratuiți"
- Bună izolație termică
- Impact redus asupra peisajului
- Utilizarea agricolă a terenului de pe clădire ferme de rubarbă și ciuperci”

7.1. Avantaje:

- Costuri de întreținere reduse: datorită izolației naturale și eficienței energetice, casele subterane pot avea costuri de întreținere mai mici pe termen lung, ceea ce poate reduce cheltuielile generale ale proprietarului;
- Utilizare mai bună a potențialului terenului, rezistența la cutremure crescând exponențial;
- Izolare fonică ridicată: casele subterane beneficiază de o izolație naturală oferită de pământul din jurul lor;
- Economisire de energie si eficiență termică mare: deoarece casele subterane sunt parțial îngropate în pământ, acestea beneficiază de o temperatură mai constantă în interior, ceea ce poate reduce costurile de încălzire și răcire;
- Materiale reciclabile în construcție: se utilizează niște cantități mai mici de materiale decât în casele convenționale, se mențin practici ecologice ridicate și susțin habitatele naturale ale animalelor si păsărilor;
- Impact semnificativ asupra reducerii CO2 în atmosferă prin: reducerea energiei solicitate pentru construirea unei case și protejarea suprafeței de pământ cu zone de vegetație neatinse, utilizarea materialelor durabile și reciclabile și reducerea consumului de energie necesar pentru încălzire și răcire;
- Are impact asupra "efectului de încălzire urbană": aceasta înseamnă că, dacă o zona urbană are mai multe “construcții verzi”, efectul real al energiei termice este, de fapt, un efect redus. Acest lucru duce la scăderea costurilor pentru orașe atunci când încercă să îndeplinească reducerea gazelor cu efect de seră;
- Ajută in procesul de fabricație a oxigenului: odată ce tot mai multe păduri si zone verzi sunt distruse iar nevoia de plante ce produc oxigen continuă sa crească;
- Drenaj: acoperișurile verzi absorb și filtrează apa de ploaie și o returnează în atmosferă prin evaporare. Această absorbție ajută la încetinirea fluxului de apă de ploaie către sistemele de canalizare și previne inundațiile. Acoperișurile verzi au captat până la 80% din precipitații, comparativ cu 24% capturate de acoperișurile tipice.
- Siguranță-Casele de pământ sunt excelente în protejarea structurilor locuinței și pot rezista la condiții meteorologice extreme față de casele convenționale.
- Durabilitate: Vegetația și solul de pe acoperișurile vii pot rezista mult mai bine decât acoperișurile normale, protejând materiale precum membrana impermeabilă care împiedică infiltrațiile să pătrundă în casă. Având un acoperiș viu care poate rezista mai bine razelor UV și fluctuațiilor de temperatură, acesta își poate dubla sau tripla durata de viață, [13].

7.2. Dezavantaje:

- Bariere psihologice: în special în zonele urbane, lipsa ferestrelor (lumina naturala);
- Probleme cu ventilația și calitatea aerului, proiectarea slabă a clădirii poate duce la probleme cu mucegaiul, rozătoare și insecte;
- În cazul unei izolații slabe a clădirii există posibilitatea apariției unei inundații în casele subterane: totuși, locuitorii pot fi afectați de prăbușirea zonei de deasupra casei și utilizarea greșită a vegetației cu defecte structurale;
- Nevoia de un pământ foarte bun anticoroziv, astfel încât plantele să nu deterioreze structura, [13].

7.3. Soluţii

Cele câteva dezantaje ale construcțiilor subterane pot fi şi acestea diminuate prin adoptarea unor soluții constructive, ca de exemplu:

- Pentru a îmbunătăți ventilația și calitatea aerului într-o casă subterană, se poate lua în considerare instalarea unui sistem de ventilație mecanică controlată sau a unui sistem de circulare a aerului.
- Pentru a preveni inundațiile și infiltrarea apei în casele subterane, este importanta o izolație și hidroizolație adecvată a fundației și pereților. Trebuie ca structura casei să fie bine protejată împotriva umezelii și sa existe un sistem eficient de drenaj lateral casei pentru a gestiona apa de ploaie.
- Alegerea materialelor de construcție potrivite poate contribui la prevenirea problemelor legate de coroziune, deteriorare și infiltrare a apei. Trebuie utilizate materiale durabile, rezistente la umezeală și reciclabile pentru a asigura durabilitatea și siguranța casei subterane.

9. Concluzii şi perspective de dezvoltare

Acest studiu prezintă o evolutie a traditiei de realizare a caselor subterane si totodata a tendintei de revenire la traditii, poate utilizand metodologii noi, mai ales in contextul necesitatii cresterii suprafetelor inverzite, reducerea efectului de sera si crearea unor medii propice de locuit. Analiza literaturii de specialitate a scos in evidenta performanțele termice semnificativ mai bune ale caselor adăpostite în pământ fata de locuințele convenționale, atât vara, cât și iarna. Aceste constatări intaresc avantajele și eficiența construcțiilor adăpostite în pământ în conservarea energiei.

BIBLIOGRAFIE

1. Allen Noble, Vernacular Buildings: A Global Survey (London: Bloomsbury Publishing, 2013), 112–17. ISBN:0857723391; Gideon S. Golany, Chinese Earth-Sheltered Dwellings (Honolulu: Univ. of Hawaii Press, 1992); Golany, Earth-Sheltered Dwellings in Tunisia. (Newark: Univ. of Delaware Press, 1988); and David Douglas DeBord and Thomas R. Dunbar, Earth-Sheltered Landscapes: Site Considerations for Earth-Sheltered Environments (NY: Van Nostrand Reinhold, 1985)
2. https://www.buildwithrise.com/stories/underground-homes
3. https://encyclopedia.pub/entry/29874
4. https://images.app.goo.gl/6Ch4pfWVyexYkrXB8
5. https://images.app.goo.gl/r9wnLofy8H7WmuP56
6. https://www.intechopen.com/chapters/40549
7. https://www.engagingcultures.com/the-underground-homes-of-matmata-tunisia/
8. https://www.intechopen.com/chapters/40549
9. https://www.tomorrow.city/earthship-construction/
10. https://tr.pinterest.com/pin/228768856048319985/
11. https://www.researchgate.net/figure/Advantages-and-disadvantages-of-the-houses-underground-construction_tbl1_320908409
12. https://www.bigrentz.com/blog/earth-sheltered-homes
13. https://www.quora.com/How-practical-are-underground-homes
14. https://www.constantaconstruct.ro/articole-si-noutati/articole-de-specialitate/beneficiile-unui-acoperis-verde-pentru-casa.html

PROPORȚIILE. REGULILE SCRISE ALE NATURII

Autori
Antonia SĂLĂGEAN[1], Andreia Ioana MATIȘ[2]
[1]*Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, antoniasalagean2108@yahoo.com*
[2] *Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, andreia.matis@yahoo.com*

Îndrumător
dr. ing. Lucian ȘTEFAN
Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, lucian.stefan@mecon.utcluj.ro

REZUMAT: *Natura era singurul obiect de studiu al primilor oameni de pe Pământ. Pentru ca natura să ia o formă armonioasă ascultă de anumite legi care se definesc ca fiind legile proporțiilor numerice și geometrice. Studiul proporțiilor are doua părți: o parte teoretică, care cercetează proporțiile din natură, și una practică, care le aplică în diverse domenii. Punerea în proporții dezvoltată în Antichitate, Evul mediu si Renaștere era larg folosită în domenii ca arhitectura, sculptura, pictura și construcțiile. Monumente arhitecturale antice precum temple, morminte și biserici cu un simbolism religios puternic, dar și teatre grecești cu o acustică perfectă care se baza pe doctrina pitagoriciană, s-au păstrat până în ziua de astăzi. Partea practică a folosirii proporțiilor în construcții mai ales, dar și în arhitectură, s-a estompat în zilele noastre datorită apariției teoriilor științifice. Comportamentul structurilor actuale se îndepărtează de cel organic, exprimat prin proporții naturale, necesitând calcule complexe si conformări sofisticate (armare, materiale speciale, ...). Înțelegerea teoriei proporțiilor, ar putea constitui o unealtă valoroasă de validare a formelor structurale. În spatele fiecărei opere se ascund, prin armonia universală a proporțiilor, teorii despre originea Universului și amprenta simbolismului teologic.*

Cuvinte cheie: teoria proportiilor, sectiunea de aur, Fibonacci,

1. Introducere

Omul a avut capacitatea de a observa ca totalitatea elementelor care îl înconjoara ascultă de anumite legi ale proportiilor, așadar Universul este subordonat sistemului de proportii care funcționeaza independent în spațiu și timp. Cercetarea si scrierea legilor proportiilor a facut obiectul părții teoretice a studiului proportiilor. Legile au fost aplicate de către popoare precum Chinezi, Greci, Egipteni, Romani și mulți alții. Acestea sunt prezente în regnul animal (ex. perpetuarea iepurilor și a albinelor), cât și în cel vegetal (ex. flori, plante, copaci), prin intermediul Șirului lui Fibonacci și a Secțiunii de Aur (Spirala Logaritmică). Proporțiile se regăsesc de asemenea și în corpul uman, în elemente precum uterul, fața și ADN-ul. Natura este una dintre resursele cele mai de preț pe care umanitatea le are la îndemână, dar, din păcate, în zilele noastre este mult mai ușor să găsim răspunsuri care se află la un click distanță decât să încercăm a desluși misterele ascunse în spatele naturii, care ar putea ajuta atat la înțelegerea anumitor caracteristici din comportarea si conceptia structurilor și a materialelor cat si la formarea complexa a inginerilor.

2. Legile Proporțiilor în natură

2.1 Șirul lui Fibonacci

Așa cum spune și numele șirului, a fost lăsat moștenire de către Leonadro din Pisa (vezi Figura 1, [1]), fiul lui Bonaccio (Bonaccio era inițial o poreclă care înseamnă prostănac). S-a ocupat în special de aritmetică, a introdus de asemenea și cifrele Arabe în Europa. Șirul lui Fibonacci începe cu numerele 0 și 1, iar fiecare număr următor este egal cu suma celor două numere precedente ($u_n = u_{n-2} + u_{n-1}$): 0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144, 233... Șirul lui Fibonacci are proprietăți

matematice multiple și cel mai interesant este faptul că acesta este foarte des întâlnit în natură sub forma unor creșteri organice.



Figura 1. Statuia lui Fibonacci din Pisa, de Giovanni Paganucci [1]

2.1.1 Ramificarea și înfrunzirea plantelor

Trunchiul principal crește ramificându-se în două părți, dintre care una se ramifică la rândul ei în alte două părți, iar cealaltă rămâne latentă până la următorul ciclu de ramificație. Acest mod de dezvoltare se repetă pentru fiecare nouă tulpină. Astfel, la numărătoarea tulpinilor în urma unui ciclu de ramificație reiese al n-lea termen al Șirului lui Fibonacci (vezi Figura 2).

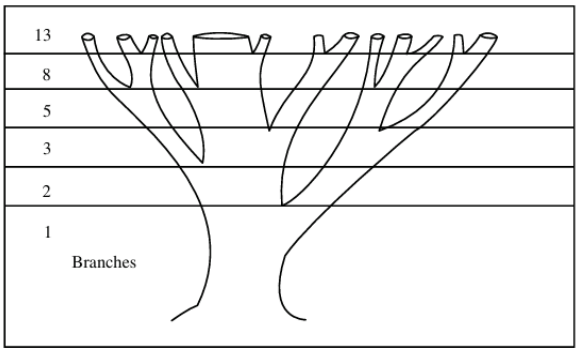


Figura 2. Ramificarea copacilor [2]

2.1.2 Semințele

Numărul de semințe la un element al naturii urmează frecvent șirul lui fibonacci. Semințele produse în coroana Florii-Soarelui furnizează un exemplu al modelulului spiralat alcătuit de numerele Fibonacciene (vezi Figura 3, [3, 4]). De asemenea, semințele de pe un con de pin sunt aranjate tot sub formă de spirale care se intersecteaza datorită răsucirii și direcției lor (vezi Figura 4, [5]).

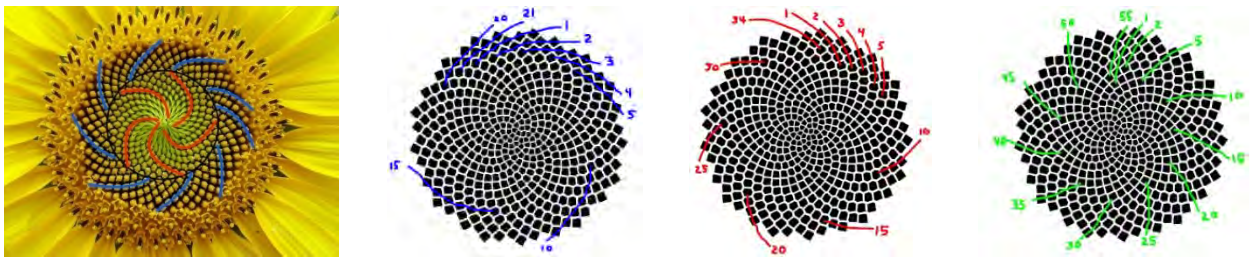


Figura 3. Coroana Florii-Soarelui și numerele Fibonacciene [3][4]

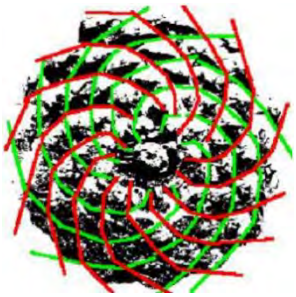


Figura 4. Spiralele formate de semințele conului de pin [5]

2.1.3 Perpetuarea speciei

Prezența acestui șir se poate observa la multe specii, spre exemplu la iepuri sau albine. În cazul iepurilor, se pot studia perechile de iepuri care iau naștere dintr-o pereche inițială, numită generic Adam și Eva (a iepurilor). În condiții prielnice, iepuroaicele au capacitatea să dea naștere unei noi perechi de iepurași abia în a 2-a lună de viață, iar Adam și Eva rămân alături de noile perechi, înmulțindu-se în fiecare lună. După două luni de la nașterea primei perechi de iepurași, aceștia au capacitatea de a reproduce la rândul lor, după două luni, o altă pereche de iepurași, mai exact nepoții lui Adam și ai Evei. Numărând perechile înainte ca noua generație să apară, rezultatul este întotdeauna câte un element al șirului lui Fibonacci (vezi Figura 5, [2]).

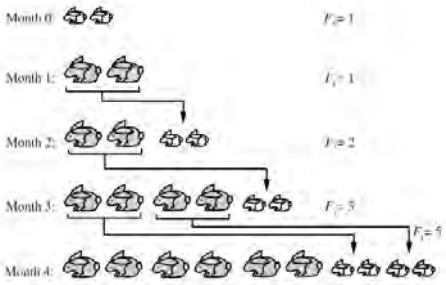


Figura 5. Iepurii în puzzle-ul lui Fibonacci [2]

2.2 Secțiunea de aur

Pe un segment de dreaptă AB, unul din infinitatea de puncte pe care le conține este notat cu C și este amplasat pe dreaptă în așa fel încât raportul dintre segmentul întreg și partea mai mare să fie egal cu raportul dintre partea mai mare și partea mai mică: $\frac{AB}{AC} = \frac{AC}{CB}$ (vezi Figura 6, [6]), ceea ce matematic se poate scrie:

$$\frac{M+m}{M} = \frac{M}{m} => M^2 = m * (M+m)$$

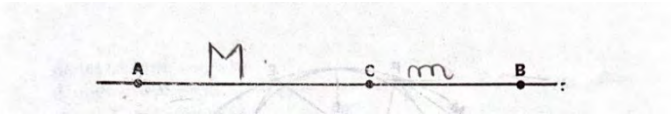


Figura 7. Segment impartit in proportia de aur [6]

Raportul $\frac{M+m}{M} = \frac{M}{m}$ este notat cu s (inițiala cuvântului secțiune). Inversând raportul obținem $\frac{m}{M} = \frac{1}{s}$. În urma unor calcule, se evidențiază valoarea acestui raport $\frac{1}{s} = 0.618033988...$ O proprietate interesantă a secțiunii de aur este faptul că, dacă într-un dreptunghi, ale cărui laturi sunt între ele în raportul s sau $\frac{1}{s}$, despărțim un pătrat, dreptunghiul rămas este asemenea cu dreptunghiul

inițial, adică are și el laturile în raportul s sau $\frac{1}{s}$ și așa mai departe. Dacă în desenul rezultat trasăm curba care trece prin cîte un vârf al pătratelor, rezulta o spirală, cunoscută sub numele de spirala logaritmică deoarece se poate exprima analitic printr-o ecuație logaritmică. E cunoscută si sub numele de Spirala de aur si este adesea prezenta in natura (vezi Figura 3, 4, 8 [7]).

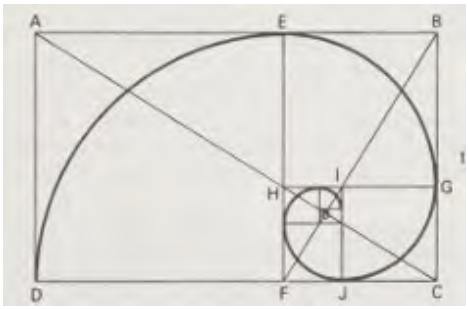


Figura 8. Spirala de aur [7]

Proporția divină sau secțiunea de aur este și ea prezentă în natură (vezi Figura 9) și în multiple elemente ale corpul uman (vezi Figura 10).

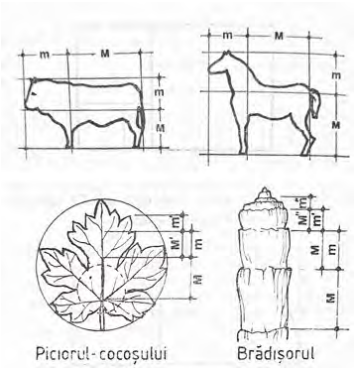


Figura 9. Secțiunea de aur în natură [6]

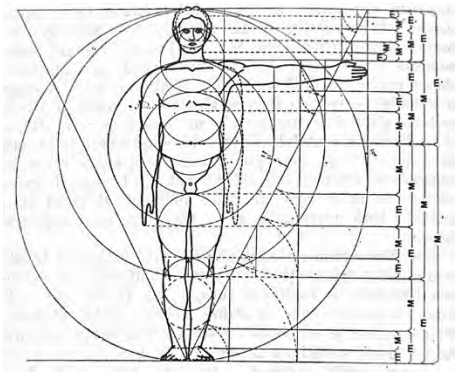


Figura 10. Secțiunea de aur în corpul uman [6]

3. Punerea în proporție

Pentru punerea în proporție a unor elemente de arhitectura constructii sau arta se adoptă figuri geometrice, în special cele plane precum: triunghiul dreptunghic, dreptunghiul, pentagonul și hexagonul regulat in proportia de aur dar și unele forme derivate. În următoarele exemple, se vor analiza metodele de aplicare a teoriei proporțiilor, adică de punere în proporție, a operelor de arhitectură și artă plastică, în multe dintre importantele zone de cultură ale lumii, precum: China, Grecia, India dar și in Tările Române dar si aplicatii in domenii tehnice cum ar fi standardizarea formatelor de hartie. În aplicația practică de mai jos, se folosește una dintre formele derivate, și anume dreptunghiul cu laturile 1 și $\sqrt{2}$ (vezi Figura 11).

3.1 Standardizarea formatelor de hârtie

Când s-a dezvoltat această operație de standardizare s-au creat mai multe serii de formate notate cu A, B, C etc. Seria A s-a răspândit în toată lumea aceasta reprezentând o serie de formate care rămân asemenea (aceeasi proportie a laturilor) cu ele însele prin înjumătățire sau prin dublare, și care au la bază suprafața de 1m² dar si raportul $\frac{a}{b} = \frac{1}{\sqrt{2}}$: $a \times b = \frac{b}{\sqrt{2}} \times b = 1m^2$, ceea de conduce la b = 1189 mm si a = 841 mm. Asa a rezultat formatul A0. Prin înjumătățirea suprafeței adică 0,5 m^2, a rezultat

un nou format, A1 si asa mai departe, raportul dintre laturi pastrand mereu proportia initiala adica: 1: √2.

$A0 \quad 841 \times 1189\ mm = 1\ m^2$
$A1 \quad 594 \times 841\ mm = 0.5m^2$
$A2 \quad 420 \times 594\ mm = 0.25m^2$
$A3 \quad 297 \times 420\ mm = 0{,}125m^2$
$A4 \quad 210 \times 594mm = 0.0625m^2$
$A5 \quad 148 \times 210\ mm = 0.03125$

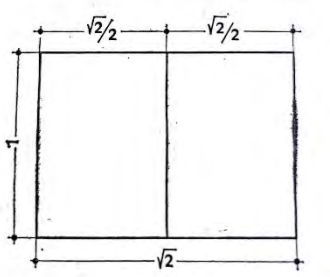


Figura 11. Dreptunghi cu laturile 1 și √2 [6]

3.2 Arhitectură

3.2.1. Grecia

În Grecia antică, arhitectura și artele plastice au ajuns la un nivel fără pereche în zilele noastre. Acest apogeu n-a fost însă atins cu ajutorul unor dimensiuni excepțional de mari, ci prin intermediul unor dimensiuni normale, relativ mici, dar care au fost de o frumusețe nemărginită, datorită proporționării lor măiestrite și armonioase. În punerea în proporție, un concept foarte interesant al grecilor vechi era faptul că asociau operei de arhitectură o imagine simbolică. Astfel, un templu închinat lui Zeus, zeul Zeilor, nu putea fi realizat după aceleași principii precum templul închinat lui Artemisia, zeița vânătorii naturii. De aceea, pentru Zeus foloseau ordinul doric, care este unul masiv, iar pentru Artemisa ordinul ionic, care este mai zvelt.

La punerea în proporție a edificiilor, se ținea seama de condițiile optice si cele acustice, doua dintre disciplinele la care grecii vechi aveau cunoștințe foarte vaste. Un foarte bun exemplu îl reprezintă teatrul grecesc antic, în care legătura dintre condițiile optice si cele acustice erau atât de perfecte încât sunetul vocii umane și cel al instrumentelor muzicale se propaga în toate direcțiile, fără niciun efort, într-un spațiu de aproximativ 150 m diametru, deschis si neacoperit. Sunetul se propaga cu aceeași intensitate și cu același timbru de la primul loc de lângă scenă, până la ultimul loc de pe ultimul graden. De asemenea, fiecare rând era dimensionat si dispus astfel încât vizibilitatea și acustica sa fie una perfectă. Acest fenomen acustic a fost verificat, în zilele noastre, în teatrele încă existente, parțial ruinate. Dacă într-un asemenea teatru, o persoană aflată în locul rezervat orchestrei, mototolește o foaie de hârtie, orice auditor, oriunde ar fi plasat în ansamblul teatrului, aude același foșnet fie că teatrul este plin cu oameni, fie ca este gol, totul petrecandu-se sub cerul liber.

Acustica perfectă a teatrelor grecești antice se baza pe doctrina pitagoriciană, potrivit căreia ultimul element în care se descompune spațiul sonor este triunghiul dreptunghic cu laturile 3-4-5. Formula lui Pitagora aplicată în plan $5^2 = 4^2+3^2$ se poate extinde în spațiu în 3 dimensiuni prin formula $6^3=5^3+4^3+3^3$. Numerele 3, 4, 5 sunt numite de către grecii vechi numere euritmice (armonioase). Întrucât suma lor este 12, ei considerau că sistemul duodecimal trebuie să stea la baza punerii în proporție acustica. De aceea, la proiectarea teatrelor, grecii porneau de la un cerc, pe care îl împărțeau în 12 părți egale. Dodecagonul poate fi obținut prin înscrierea în cerc fie a 4 triunghiuri echilaterale, fie a 3 pătrate (vezi Figura 12).

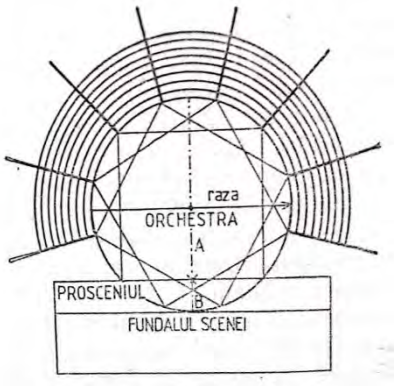


Figura 12. Teatru grecesc-Dodecagonul [6]

3.2.2 Tările Române

Punerea în proporție a volumului unei biserici în stil românesc, din perioada feudală, se realiza prin intermediul fațadei laterale (vezi Figura 13), cu turlă sau cu turle, care se înscrie într-un pătrat, concept care amintește de pătratul lui Vitruviu în care se înscrie omul cu brațele întinse (vezi Figura 14).

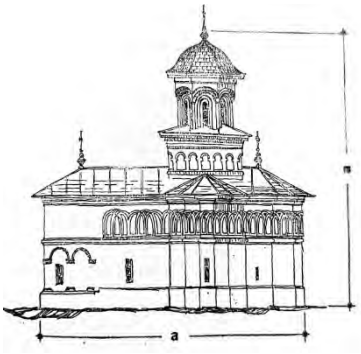


Figura 13. Fațadă laterală-Biserică [6]

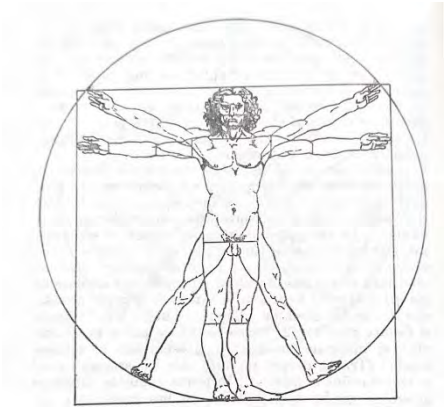


Figura 14. Pătratul lui Vitruviu [6]

3.3 Artele Plastice

În artele plastice, teoria proporțiilor și punerea în proporție vizează în special, proporțiile elementelor iar cel mai important element din operele de artă este *corpul uman*.

3.3.1 India

În India, schema de bază a punerii în proporție a corpului omenesc este una unitară. Potrivit textelor indiene vechi, înălțimea corpului omenesc se măsoară de la limita de pe frunte a părului până la tălpi. Modulul sistemului este înălțimea feței care este egală cu lungimea mâinii măsurate de la articulație (puls) până la vârful degetului mijlociu. De aceea, modulul este denumit de obicei *tala*, cuvânt a cărei semnificație este *mână* sau *palmă.* Modulul se împarte la rândul lui în 12 *angula* (degete). O treime din modul, adică 4 degete, se numește *bhaga* iar lungimea de 2 tala (6 bhaga)+1 bhaga = 7 bhaga se numește și *cot.* Potrivit schemei indiene de bază, corpul omenesc bine proporționat prezintă următoarele coteprezentate in Figura 15.

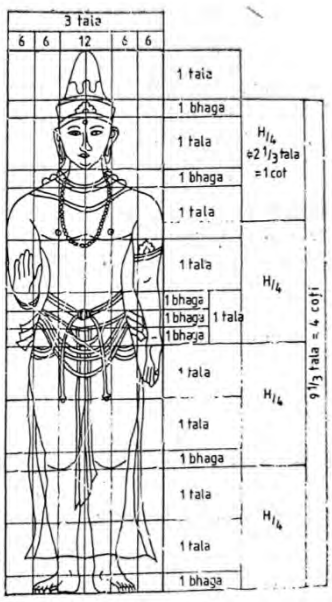


Figura 15. Proportia corpului uman in arta indiana [6]

3.3.2 China

Primele curente filozofico-religioase precum *confucianismul* și *taoismul* aveau la bază ideea că omul trebuie "măsurat". Măsurarea, bazată pe numere, făcea referire la cele două forțe primare *yin* și *yang* dar și la cele cinci elemente din metafizica (foc, aer, apa, lemn, metal). Potrivit învățăturii lui Hieh Isu luan, proporționarea feței omului se împarte în două jumătăți: cea superioară, subordonată principiului yang, și cea inferioră, subordonată principiului yin. De asemenea,trebuie să se scoată în evidență cei cinci munți, corespunzatori celor cinci elemente si celor cinci "puncte cardinale" (vezi Figura 16):

- fruntea - muntele de la miazăzi
- nasul - muntele central
- cele două maxilare - muntele de la răsarit si cel de la asfințit
- bărbia - muntele de la miazănoapte

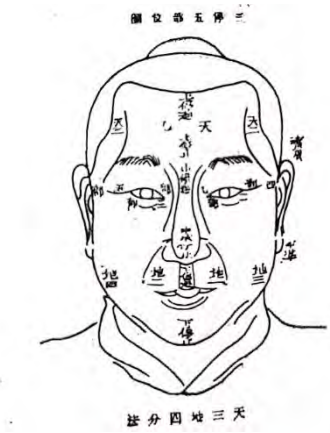


Figura 16. Portretul proportional al omului in China [6]

În plus, fața se divide pe verticală în trei părți egale între ele: de la limita părului până la punctul superior al nasului, de la punctul superior al nasului pînă la vîrful nasului, de la vîrful nasului pînă la bărbie. Se acordă o importanță mai mică proporționării corpului, unitatea de măsura find luată tot din elementele fetei: distanta de la limita parului pînă la bărbie. Înăltimea omului în picioare

(inclusiv capul) este de 8 asemenea unități, a omului așezat pe scaun de 5 unități, iar a omului așezat pe vine a 3 unități. Metoda aceasta de proportionare cu "unitati" s-a pastrat pana in zilele noastre in arta si mai ales in arhitectura.

4. Concluzii

Majoritatea lucrurilor care se află în Univers au o explicație teoretica pe care mulți oameni nu o cunosc. Chiar daca aceasta are o importanță fenomenală în modul cum e percepută lumea și ce înseamnă ea defapt, se pune din ce în ce mai puțin accent pe ce a descoperit creierul uman, cu mii de ani în urmă. O mare parte a operelor care impresionează ochiul uman ascund, prin intermediul numerelor, o armonie universală a proporțiilor ce conferă echilibru, frumusețe și o doză de simbolism.

Acesta universalitate naturala regasita practic pretutindeni a fost studiata in mari detalii de maestrii artisti, arhitecti si constructori din vechime dar este tot mai lasata in uitare in zilele noastre. Chiar daca aplicarea universalitatii proportiilor nu este evidenta in domeniul constructiilor studiul lor conduce cu siguranta la largirea orizontului stiintific, tehnic si cultural al unui inginer si reprezinta unelte de mare valoare la partea de conceptie si validare ale modelelor structurale. Spre deosebire de orice model sau concept modern care este in curs de perfectionare, natura a conceput, verificat si demonstrat prin testul timpului valabilitatea gandirii unitare de la nivel celular pana la galaxii.

REFERINTE

[1] Leonardo da Pisa - Fibonacci - Wikipedia

[2] Topics in Mathematical Modeling - K. K. Tung - Google Cărți

[3] Fibonacci Numbers of Sunflower Seed Spirals – National Museum of Mathematics (momath.org)

[4] Lesser Known Facts About Sunflowers and Pinecones (Pt. 2) | MATH/ART BLOG (mathartblog.com)

[5] 15 exemple stranii din natura ale Proportiei de Aur | ViataVerdeViu.ro

[6] Cartea Proporțiilor, H. R. Radian

[7] The Divine Proportion, H. E. Huntley

PARTENERI EVENIMENT

























