



SESIUNEA NAȚIONALĂ DE COMUNICĂRI ȘTIINȚIFICE STUDENȚEȘTI Ediția a XX-a

Cluj-Napoca, 13-14 Mai 2022

Editori:

Conf. dr. ing. Hortensiu-Liviu CUCU

Prof. dr. ing. Daniela-Lucia MANEA

Conf. dr. ing. Nicoleta-Maria ILIEȘ

Conf. dr. ing. Gavril HODA



UTPRESS
Cluj-Napoca, 2022
ISBN 978-606-737-587-9



A XX-A SEZIUNE NAȚIONALĂ DE COMUNICĂRI ȘTIINȚIFICE STUDENTEȘTI

Cluj-Napoca, 13-14 Mai 2022

Editori:

Conf. dr. ing. Hortensiu-Liviu CUCU

Prof. dr. ing. Daniela-Lucia MANEA

Conf. dr. ing. Nicoleta-Maria ILIEȘ

Conf. dr. ing. Gavril HODA



U.T. PRESS
Cluj-Napoca, 2022

ISBN 978-606-737-587-9



*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>
Director: Ing. Viorica Domșa*

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.

Copyright © 2022 Editura U.T.PRESS
Reproducerea integrală sau parțială a textului sau a ilustrațiilor din această carte este posibilă numai cu acordul prealabil scris al editurii U.T.PRESS.

ISBN 978-606-737-587-9



COMITETUL ȘTIINȚIFIC

ABRUDAN Ancuța, UTCN
ACIU Claudiu, UTCN
BADEA Cătălin, UPT
BĂRBĂNȚĂ Dorin, UTCN
BECA Ilinca, UTCN
BESOIU Teodora, UTCN
BEU Dorin, UTCN
BOITOR Melania, UTCN
BONDREA Mircea, UTCN
BURU Marius, UTCN
CADAR Rodica, UTCN
CHIOREAN Cosmin, UTCN
CHIOREAN Vasile, UTCN
CHIRA Nicolae, UTCN
CIONT Nicolae, UTCN
CIOTLĂUȘ Mădălina, UTCN
CIPLEA Sorina, UTCN
CIUGUDEAN Călin, UTCN
CLITAN Andrei, UTCN
COBÎRZAN Nicoleta, UTCN
CONSTANTINESCU Horia, UTCN
CRIȘAN Minerva, APDP
CUCU Liviu, UTCN
DANCIU Alexandra, UTCN
DOMNIȚA Florin, UTCN
DRAGOMIR Mihai, UTCN
DRĂGHICI Gabriela, Ovidius C-ța
FAUR Andrei, UTCN
FĂRCAȘ Vasile, UTCN
GÂLGĂU Raluca, UTCN
GOBESZ Zsongor, UTCN
GUȚIU Ștefan, UTCN
HODA Gavril, UTCN
HOȚUPAN Anca, UTCN
IERNUȚAN Răzvan, UTCN
ILIEȘ Nicoleta, UTCN
ILUȚIU-VARVARA Dana, UTCN
ISOPESCU Dorina, UT Iași
IȘTOAN Raluca, UTCN

JUMATE Elena, UTCN
MANEA Daniela, UTCN
MARSCEAC Vladimir, UTCN
MARTON Bianca, UTCN
MĂRZA Carmen, UTCN
MIRCEA Călin, UTCN
MOGA Ligia, UTCN
MOLDOVAN Dumitru, UTCN
MOLDOVAN Paul, UTCN
MOLNAR Luminița, UTCN
MUNTEAN Radu, UTBv
NAGY Zsolt, UTCN
NAȘ Sanda, UTCN
NEDELICU Mihai, UTCN
NERIȘANU Raluca, UTCN
NUȚIU Carmen, UTCN
PLEȘA Luminița, UTCN
PETRINA Tudor, UTCN
POP Maria, UTCN
POP Octavian, UTCN
POPA Anca, UTCN
POPA Mirela, Ovidius C-ța
PRODAN Ovidiu, UTCN
PUSKAS Attila, UTCN
RĂDULESCU Adrian, UTCN
ROMAN Nicoleta, UTCN
RUS Tania, UTCN
SESTRĂȘ Paul, UTCN
SUCALĂ Dorina, UTCN
ȘOIMOȘAN Teodora, UTCN
ȘOȘA Ioan, UTCN
ȘTEFAN Lucian, UTCN
TĂMAȘ-GAVREA Roxana, UTCN
TOADER Nicu, UTCN
URIAN Gabriel, UTCN
VARVARA Dana, UTCN
VEREȘ Ioel, UTCN



COMITETUL DE ORGANIZARE

Conf. dr. ing. CUCU Hortensiu-Liviu, UTCN
Prof. dr. ing. MANEA Daniela-Lucia, UTCN
Conf. dr. ing. ILIEȘ Nicoleta-Maria, UTCN
Conf. dr. ing. HODA Gavril, UTCN

Stud. VINCZELLER Alina-Ioana
Stud. PODAR Ioana-Teodora

Ing. LUPOU Marius

Programul Sesiunii Naționale de Comunicări Științifice Studentești (SNCSS), ediția a XX-a

Vineri, 13 mai 2022

8:00-8:45 Hol etaj - Clădirea "CFDP" Str. Observatorului 72	Înregistrarea participanților + Cafea/fursecuri și socializare
09:00-09:20 Amfiteatrul OA-05, "CFDP" Str. Observatorului 72	Deschiderea festivă a ediției a XX-a a SNCSS * Alocuțiuni personalități, oaspeți/invitați și organizatori * Detalii organizatorice
9:30-13:00 Etaj - Clădirea "CFDP" Str. Observatorului 72	Prezentarea lucrărilor "SNCSS 2022", pe cele 4 secțiuni
Amfiteatrul OA-01	Comisia/Secțiunea 1 - Inginerie civilă (anii 1 și 2)
Amfiteatrul OA-02	Comisia/Secțiunea 2 - Ingineria instalațiilor
Amfiteatrul OA-04	Comisia/Secțiunea 3 - CFDP+UDR+MTC
Amfiteatrul OA-05	Comisia/Secțiunea 4 - Inginerie civilă (ani superiori)
13:00-13:45 Hol etaj - Clădirea "CFDP" Str. Observatorului 72	Masa de prânz
13:45-14:30	Deplasarea la Aula TERTEA, str. Barițiu nr. 25
14:30-15:45 Aula TERTEA Str. Barițiu nr. 25	Faza locală a concursului de poduri din paste făinoase Spaghetti Bridge Building
15:45-16:30	Deplasarea la clădirea CFDP, str. Observatorului nr. 72
16:30-17:50 Amfiteatrul OA-05, "CFDP" Str. Observatorului 72	Gala de premiere a "SNCSS 2022", incluzând prezentarea rapoartelor tehnice și a premiilor, pe fiecare dintre comisiile "SNCSS 2022"
16:30-16:50	Raportul președintelui Comisiei 1 ; premiere
16:50-17:10	Raportul președintelui Comisiei 2 ; premiere
17:10-17:30	Raportul președintelui Comisiei 3 ; premiere
17:30-17:50	Raportul președintelui Comisiei 4 ; premiere
17:50-18:30 Amfiteatrul OA-05, "CFDP" Str. Observatorului 72	Momente finale ale galei de premiere a "SNCSS 2022" * Alocuțiuni personalități, oaspeți/invitați, sponsori și organizatori
18:30-*** Locații diverse	Cina + Programe de socializare

Sâmbătă, 14 mai 2022

9:00-12:00	Vizită tehnică
------------	----------------



Comisia 1

- **“Inginerie civilă - IC”**
- **„Inginerie și management – I&M”**
(anii I și II)

1. Conf. dr. ing. Ligia MOGA - președinte

2. Șef lucr. dr. ing. Nicu Traian TOADER

3. Șef lucr. dr. ing. Nicoleta ROMAN

4. Șef lucr. dr. ing. Tudor PETRINA

5. Asist. dr. ing. Vasile CHIOREAN

6. Student/Masterand Daniel-Mihai URECHE

7. Student/Masterand Timea DENES

- Membri supleanți:

1. Șef lucr. dr. ing. Gabriel URIAN

2. Asist. dr. ing. Dumitru MOLDOVAN



TERMOIZOLAREA CLĂDIRILOR DIN CLT CU VATĂ MINERALĂ DE STICLĂ

Autori

Raluca Claudia C. Crăciun¹, Raul-Beniamin I. Avram²

¹Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, ralucacraciun99@yahoo.com

²Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, avrail2001@gmail.com

Îndrumător

Asist. Dr. Ing. Luminița Monica Pleșa³

³Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, luminita.molnar@ccm.utcluj.ro

REZUMAT: *Principala funcție a unei clădiri este de a asigura ocupanților un mediu sănătos, plăcut și confortabil pentru desfășurarea activităților zilnice. De-a lungul istoriei, civilizația a descoperit metode tot mai eficiente de a crește confortul interior al clădirilor. O evoluție semnificativă s-a înregistrat și în cazul tehnologiilor de termoizolare. [1]*

Cherestea laminată încrucișată (cunoscută sub denumirea de CLT) reprezintă un material structural inovator, care pune în valoare proprietățile naturale ale fibrelor lemnoase, remarcându-se prin rigiditate, compactitate, aspect, durabilitate și versatilitate în ceea ce privește utilizarea. Deși lemnul este considerat în general un material izolator bun, pentru a atinge standardele de performanță termică curente este necesară utilizarea unui strat de material termoizolant cu caracteristici superioare. Astfel se propune un studiu asupra metodei de termoizolare a panourilor din CLT cu vată minerală de sticlă, cu scopul de a trasa un set de concluzii referitoare la soluția propusă. [2]

Cuvinte cheie

CLT, termoizolație, vată minerală de sticlă, transfer termic

1. Introducere

1.1 Ce este CLT-ul?

Cherestea laminată încrucișată (cunoscută sub denumirea de CLT) este un material finit, confecționat din lemn și comercializat sub formă de panouri. Comparativ cu alte materiale din lemn, procesul de obținere a CLT-ului se remarcă prin dispunerea perpendiculară a straturilor consecutive de scânduri din lemn, ceea ce crește rezistența panourilor la întindere și compresiune. [3]

Panourile funcționează ca elemente plane (orizontale și verticale), dimensiunile putând fi adaptate cerințelor fiecărui proiect. Acest lucru a creat noi oportunități în ceea ce privește dimensiunile utilizate în ingineria lemnului, oferind arhitecților și inginerilor posibilitatea de a proiecta clădiri din cherestea cu forme deosebite. [3]

1.2 Ce este termoizolația?

Energia termică este o consecință a vibrațiilor la nivel molecular. Cu cât particulele sunt mai agitate, cu atât temperatura interioară este mai ridicată.

Transferul de căldură cuprinde totalitatea proceselor de propagare a căldurii în spațiu și reprezintă schimbul de energie termică dintre două corpuri sau două zone ale unui corp sub acțiunea unei diferențe de temperatură. [4] [5] [6]



Conducția termică este procesul de transfer al căldurii, fără existența unei deplasări aparente a particulelor care alcătuiesc corpurile respective. În interiorul corpurile solide nemetalice, conducția se realizează prin transferul energiei rezultate din mișcările la nivel molecular. Prin urmare, termoizolația ideală este reprezentată de un spațiu complet gol (vid), deoarece absența materiei duce la lipsa vibrațiilor. [4] [5] [6]

În ceea ce privește domeniul construcțiilor, realizarea termoizolației are scopul de a crește eficiența energetică a clădirilor. Aceasta se manifestă prin întârzierea transferului termic prin intermediul anvelopei clădirii.

Realizarea termoizolației aduce următoarele beneficii clădirilor:

- Crește eficiența din punct de vedere energetic;
- Crește confortul interior prin uniformizarea temperaturilor din încăperi;
- Împiedică formarea condensului prin creșterea temperaturii pe suprafața interioară a pereților. [7]

1.3 Ce este vata minerala de sticlă?

Vata minerală de sticlă este un material termoizolant realizat din nisip, sodă carbonată, calcar, borax, dolomită, sticlă reciclată și cuarț, produsul rezultat fiind compact, flexibil și ușor. Se obține un material cu caracteristici termoizolatoare superioare, având o conductivitate termică cuprinsă între 0,032 și 0,042 W/(m*K). Aceasta se utilizează la realizarea termoizolației acoperișurilor inclinate, tavanelor, pardoselilor, planșelor necirculate, iar în cazul caselor din lemn chiar și la pereții exteriori și de compartimentare. [8]

Vata minerala de sticla prezinta următoarea serie de avantaje:

- izolare termica foarte buna;
- rezistenta la foc (nu contribuie la propagarea focului, material incombustibil);
- izolare fonica;
- montare ușoară datorita elasticității și compresibilității materialului. [8]

2. Rezistența termică a panourilor din CLT

În comparație cu alte materiale de construcție, lemnul este în general considerat un izolator foarte bun. Rezistența sa la transferul termic prin conductivitate este dată de porozitatea ridicată, aerul fiind un foarte bun izolator termic ($\lambda_{\text{aer}} = 0,024 \text{ W}/(\text{m}^*\text{K})$). [9]

Conform normativului C107/3 Anexa A, conductivitatea termică a lemnului este mai mare în direcția fibrelor lemnoase. Prin tehnologia de fabricare a CLT-ului, transferul termic se realizează perpendicular pe direcția fibrelor, așadar acesta este avantajos în ceea ce privește transferul de căldură. [10][11]

Testele de laborator făcute de Instituția franceză CSTB (Centre Scientifique et Technique du Bâtiment) pe mostre de CLT cu 3 și 5 straturi au indicat un coeficient de conductivitate termică $\lambda = 0,10 \text{ W}/(\text{m}^*\text{K})$. [12][13]

Conform standardului austriac ÖNORM B 3012, panourile CLT din molid au o conductivitate termică $\lambda = 0,11 \text{ W}/(\text{m}^*\text{K})$, iar standardul ÖNORM EN 12524 specifică o conductivitate termică nominală de $0,13 \text{ W}/(\text{m}^*\text{K})$ pentru lemnul cu densitate brută de $500 \text{ kg}/\text{m}^3$. [12]

Pe lângă conductivitatea termică scăzută a lemnului, performanța termică a panourilor CLT se datorează și etanșeității la convecția aerului. Această caracteristică este determinată de dispunerea perpendiculară a straturilor. În plus, dacă îmbinările între panouri sunt realizate corect, se micșorează riscul de apariție a unor punți termice.



3. Studiu de caz: Soluție de termoizolare a unei construcții din CLT

3.1. Prezentarea construcției

Pentru studiul de caz, se propune o clădire rezidențială cu un singur nivel, având o suprafață de $38,115 \text{ m}^2$ și o înălțime medie de $2,70 \text{ m}$. Structura este construită integral din panouri CLT, ceea ce o face prietenoasă cu mediul. Pentru a crește eficiența energetică se va aplica un sistem termoizolant din vată minerală de sticlă și se vor monta ferestre performante energetic.

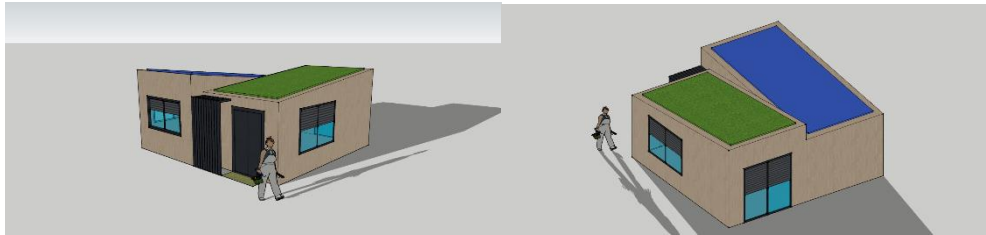


Figura 1. Perspective

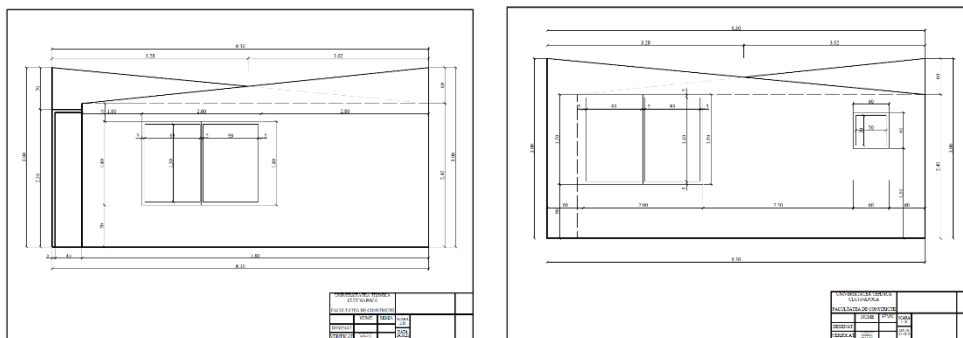


Figura 2. Vederi laterale

3.2. Descrierea soluției propuse

Lemnul este considerat un material izolator bun, ce prezintă o conductivitate termică redusă ($0,17 \text{ W}/(\text{m}^{\circ}\text{K})$), însă conform normativului C107/0-02, numai materialele cu o conductivitate termică mai mică sau egală cu $0,10 \text{ W}/(\text{m}^{\circ}\text{K})$ sunt considerate materiale termoizolatoare. Astfel, pentru reducerea pierderilor de căldură și, implicit, pentru creșterea performanțelor termice ale unei clădiri din lemn este necesară aplicarea termoizolației. [10][2]

În continuare, prin figurile 3-9 se propune o metodă de termoizolare a peretelui exterior, a acoperișului și a pardoselii, pentru o construcție din CLT.

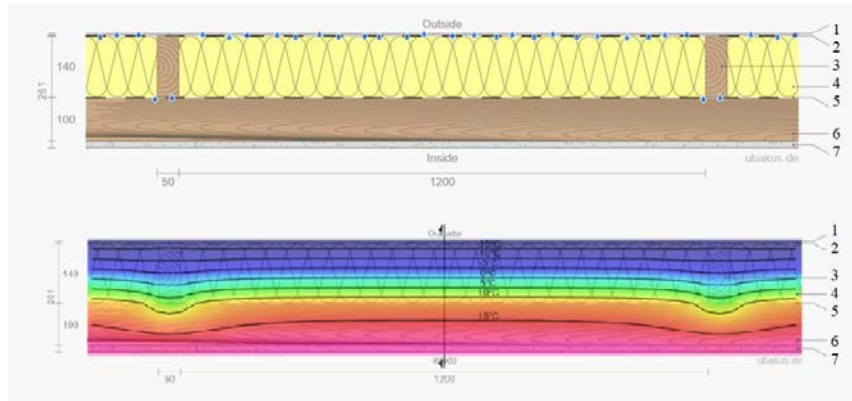


Figura 3. Secțiune prin peretele exterior. Dispunerea straturilor (sus). Simulare termică (jos).

- (1) - finisaj de fațadă: tencuiala siliconată decorativă (5 mm)
- (2) - folie de protecție permeabilă la vaporii, impermeabilă la apă (0,38 mm)
- (3) - montați de lemn pentru fixarea termoizolației (14 x 5 cm)
- (4) - termoizolație între montați (14 cm)
- (5) - barieră de vaporii (0,22 mm)
- (6) - panou CLT (10 cm)
- (7) - tencuială interioară (15 mm)

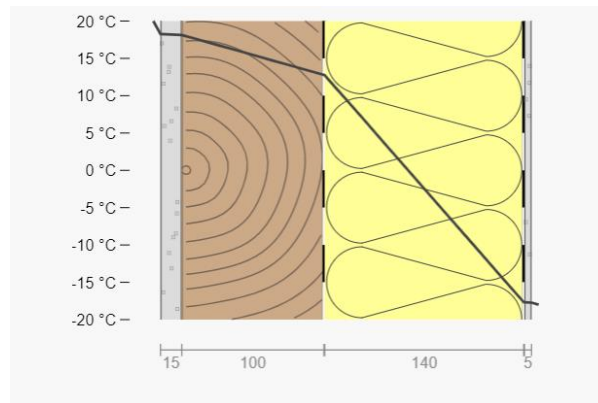


Figura 4. Diagrama de variație a temperaturilor pentru peretele exterior.

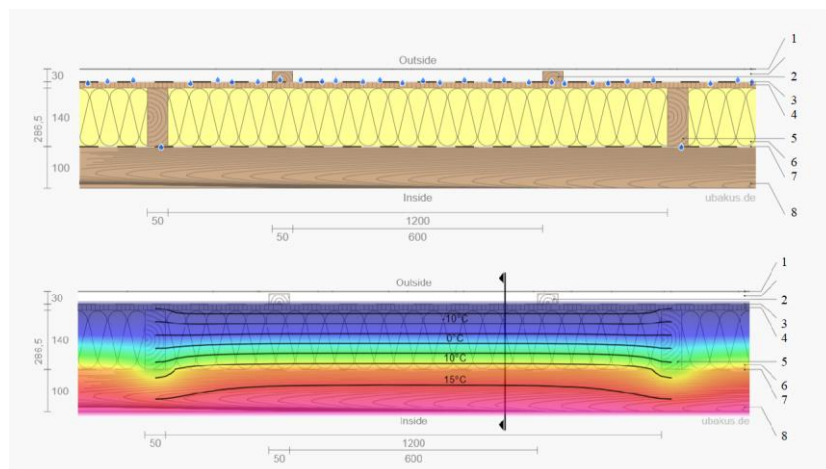


Figura 5. Secțiune prin acoperiș. Dispunerea straturilor (sus). Simulare termică (jos).

- (1) - învelițoare (0,5 mm)
- (2) - șipci și contrașipci pentru montarea învelitorii (2,5x5 cm)

- (3) - folie de protecție permeabilă la vapori, impermeabilă la apă (0,38 mm)
- (4) - DHF (15 mm)
- (5) - montanți de lemn pentru fixarea termoizolației (14 x 5 cm)
- (6) - termoizolație (15 cm)
- (7) - barieră de vapori (0,22 mm)
- (8) - panou CLT (10 cm)

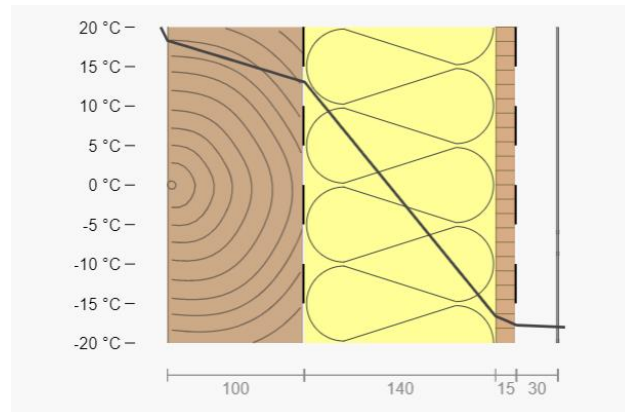


Figura 6. Diagrama de variație a temperaturilor pentru acoperiș.

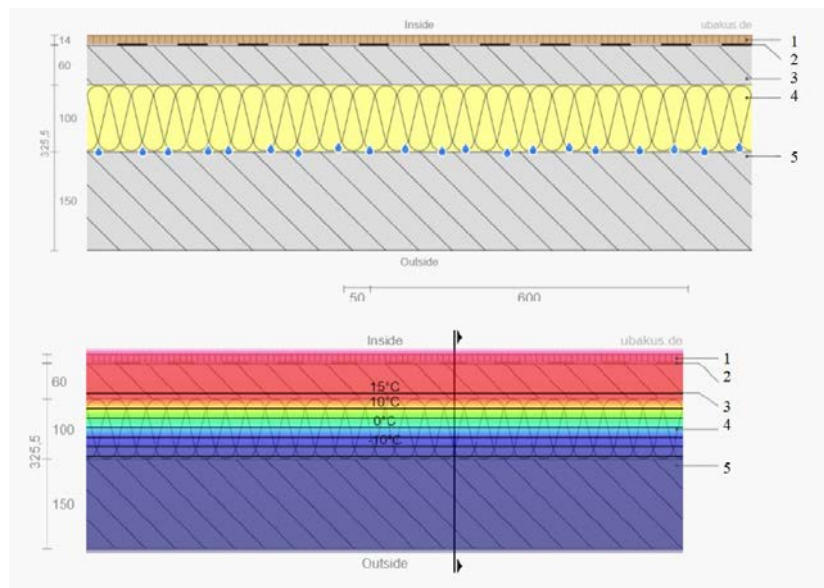


Figura 7. Secțiune prin pardoseală caldă. Dispunerea straturilor (sus). Simulare termică (jos).

- (1) - finisaj parchet lemn (1,4 cm)
- (2) - folie izolatoare parchet (1,5 mm)
- (3) - sapa interior (6 cm)
- (4) - polistiren EPS (10 cm)
- (5) - placa de beton (15 cm)

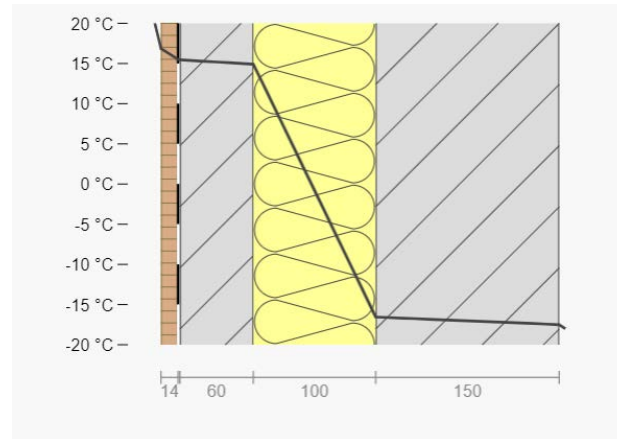


Figura 8. Diagrama de variație a temperaturilor pentru pardoseală caldă.

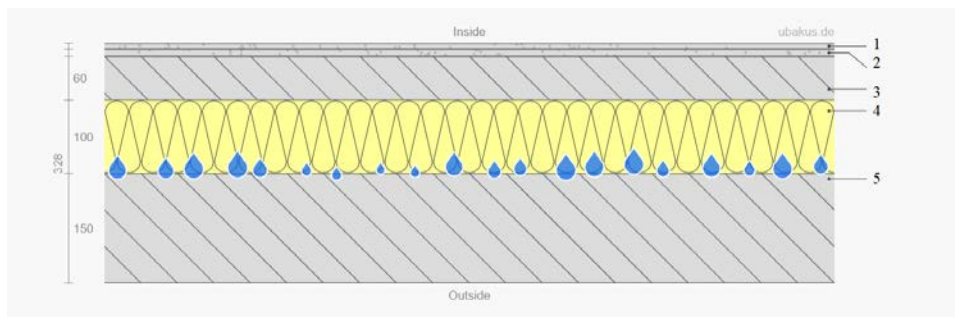


Figura 9. Secțiune prin pardoseală rece. Dispunerea straturilor.

- (1) - gresie (0,8 cm)
- (2) - mortar pe baza de ciment (1 cm)
- (3) - sapa interior (6 cm)
- (4) - polistiren EPS (10 cm)
- (5) - placa de beton (15 cm)

3.3. Calculul termic

S-a realizat calculul termic pentru clădirea propusă, pentru pardoseală, perete exterior, acoperiș.

S-au considerat următoarele date tehnice:

Suprafața parter: $A_1=38,115 \text{ m}^2$;

Suprafața tavan: $A_2=38,31 \text{ m}^2$;

Perimetru: $P=25,2 \text{ m}$;

Înălțime medie: $H=2,70 \text{ m}$;

Suprafețe vitrate: $A_3=15,325 \text{ m}^2$;

Suprafața pereți exteriori: $A_4=52,715 \text{ m}^2$;

Aria anvelopei: $A=144,465 \text{ m}^2$;

Volumul clădirii: $V=102,911 \text{ m}^3$;

Rezistența termică a straturilor superficiale de aer:

$$h_i=8 \frac{W}{m^2 \cdot K} ; \quad ; \quad h_e=8 \frac{W}{m^2 \cdot K}$$

Pentru calculul rezistențelor fiecărui strat s-a utilizat formula:

$$R = \frac{d}{\lambda} ; (1)$$

Unde:

R = rezistența la transfer termic a unui strat de material;



d = grosimea stratului de material;

λ = coeficientul de conductivitate termică pentru straturile de material.

Pentru rezistențele termice ale straturilor superficiale de aer s-a obținut:

$$R_{si}=0,125 \frac{m^2 * K}{W} ; R_{se}=0,042 \frac{m^2 * K}{W};$$

În urma calculului termic aferent secțiunii peretelui exterior s-a obținut:

$$R'_{0med}=4,541 \frac{m^2 * K}{W}; \text{ ceea ce satisface condiția } R'_{0med} > R'_{min}=4 \frac{m^2 * K}{W}$$

În urma calculului termic aferent secțiunii pardoselii s-a obținut:

$$R'_2=2,324 \frac{s^3 * K}{kg};$$

În urma calculului termic aferent secțiunii acoperișului s-a obținut:

$$R'_{1med}=4,668 \frac{m^2 * K}{W};$$

$$R'_4=3,501 \frac{s^3 * K}{kg};$$

3.4. Rezultate

Pentru calculul coeficientului global de izolare termică a clădirii s-a utilizat formula:

$$G = \frac{\Sigma L * \tau}{V} + 0,34 * n; \quad (2)$$

unde:

G = coeficientul global de izolare termică;

V = volumul clădirii;

n = viteza de ventilație naturală a clădirii, respectiv numărul de schimburi de aer pe oră;

L = coeficient de cuplaj termic;

$$L = \frac{A}{R'_m}; \quad (3)$$

A = aria elementului de construcție, având rezistența termică R'_m ;

R'_m = rezistența termică specifică corectată, medie, pe ansamblul clădirii, a unui element de construcție.

În urma calculului s-a obținut:

$$\frac{A}{V} = 1,404 \frac{1}{m};$$

$$G = 0,881 \frac{W}{m^3 * K} < GN = 0,95 \frac{W}{m^3 * K}; \text{ „Condiția este satisfăcută”}$$



4. Concluzii

CLT-ul este un material inovativ, ecologic, apărut recent pe piața construcțiilor, care are un potențial ridicat în ceea ce privește îmbunătățirea construcțiilor din punct de vedere energetic și termic.

În urma calculelor efectuate, s-a demonstrat faptul că CLT-ul împreună cu vata minerală de sticlă reprezintă o metodă eficientă în ceea ce privește creșterea eficienței energetice a caselor prin termoizolare.

BIBLIOGRAFIE

1. Irina Bliuc, *Higrotermica clădirilor*, 2005.
2. <https://www.woodcampus.co.uk/wp-content/uploads/2019/05/Swedish-Wood-CLT-Handbook.pdf>
3. Raluca Claudia C. Crăciun, Raul-Beniamin I. Avram, *Analiza structurilor din CLT în vederea utilizării în clădirile înalte*, Sesiunea Națională de Comunicări Științifice Studentești, ediția 2021
4. Prof. dr. ing. Adrian Alexandru Badea, *Inițiere în Transferul de Căldură și Masă*, 2004.
5. <https://www.corrosionpedia.com/definition/1882/thermal-insulation>
6. https://en.wikipedia.org/wiki/Thermal_insulation
7. <https://www.isover.ro/solutions/perete-exterior-casa-de-lemn>
8. <https://mathaus.ro/blog/cel-mai-bun-material-izolator-vata-bazaltica-vata-de-sticla-sau-polistiren-Art134#article-link-Art134Paragraph3>
9. <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/Tables/thrcn.html>
10. *Normativ privind Calculul Termotehnic al Elementelor de Construcție ale Clădirilor*, C107-2005.
11. <https://www.britannica.com/science/wood-plant-tissue/Hygroscopicity>
12. <https://www.klh.at/wp-content/uploads/2019/09/klh-building-physics-en.pdf>
13. <https://caseclt.ro/ce-este-clt/>



BETON TRANSLUCID

Autor/autori

A. B. BERINDE, D. P. BICEAGA, S. BILIC-IEREMIE

¹Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, e-mail: alexberinde77@gmail.com .

²Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Cluj Napoca, biceaga_diana@yahoo.com

³Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Cluj Napoca, sabinaiieremie@yahoo.com

Îndrumător/îndrumători

S.L.Dr.Ing. I. ȘOȘA

Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Cluj Napoca, ioan.sosa@dst.utcluj.ro

REZUMAT:

Pentru proiectul nostru am decis să realizăm un exemplar de beton în care am introdus straturi de fibră optică cu scopul de a da o transparență construcției pentru a permite trecerea luminii prin aceasta. Acest beton are aceeași rezistență la încovoiere și compresiune precum un beton simplu, având ca avantaj permitere trecerii fasciculelor de lumină, transformându-l într-un beton translucid. Are aplicare în iluminarea naturală a structurile subterane, precum stațiile de metrou sau parcurile, dar se poate folosi și ca perete interior și perete exterior fără a mai fi necesară fațada..

Cuvinte cheie: Beton, fibră optică, translucid, estetică

1. INTRODUCERE

Fiind cel mai popular material artificial din lume, betonul este materialul de bază în construcții, pentru care va fi întotdeauna cerere atât în prezent, cât și în viitor. Se estimează că producția totală în lume de beton este de aproximativ 6 miliarde de metri cubi anual. [1]

1.1. Betonul de ultra înaltă performanță

Astfel, există un interes crescut în îmbunătățirea rețetei de beton și a rezistenței sale, și a calității acestuia per ansamblu. Una dintre aceste îmbunătățiri și o descoperire în acest domeniu este dezvoltarea betonului de ultra înaltă performanță, care prezintă o mărire remarcabilă în durabilitate comparativ chiar și cu betonul cu o performanță înaltă. În combinație cu o cantitate destul de mare de fibre metalice este acum posibil să se proiecteze construcții din beton cu o rezistență ridicată la întindere fără adăugarea armăturilor. [2]

1.2. Betonul translucid

Cum ne putem imagina, betonul cu caracteristica de a fi translucid va permite o interacțiune mai bună între construcții și mediul înconjurător, astfel creând un mediu mai bine și mai natural iluminat, în același timp, reducând semnificativ costurile pentru turnare și menținere a betonului. [3]





Conceptul de beton translucid datează de la începutul secolului XX, când avansări masive în domeniul fibrelor optice pe bază de polimeri a dus la dezvoltarea acestuia. Deși ideea de beton capabil de a transmite lumina a fost prezentă de mulți ani, conceptul actual de beton translucid a fost introdus de arhitectul maghiar, Aron Losonczi în 2001. [4]

Specific, procesul include adăugarea unui strat de fibre în mod alternativ matricei, pe deasupra unor straturi mici de beton la intervale între 2 mm și 5 mm. Cu cât stratul e mai subțire și mai mic, cu atât va fi permisă să treacă mai multă lumina. [4]



Mulți experți au prezis că betonul translucid poate aduce un impact pozitiv asupra pieții și să devină o alternativă economică și eco-friendly în locul betonului tradițional. [4]

2. PROGRAMUL EXPERIMENTAL

2.1 Reteta de beton utilizată

În realizarea acestui proiect, am decis să utilizăm o rețetă de beton de ultra înaltă performanță, folosind următoarele materiale:

Tabelul 1. Compoziția rețetei de beton

	Unitate de măsură	Cantitate pentru 1 mc ³	Cantitate totală	Cantitate pentru proba martor	Cantitate probă
Fibre metalice	kilogram [kg]	190	1,70	0,56	0,56
Apă	litri [l]	220	2,00	0,66	0,66
Aditivi	litri [l]	80	0,72	0,24	0,24
Praf de silice	kilogram [kg]	200	1,80	0,60	0,60
Ciment CEM 42,5	kilogram [kg]	900	8,10	2,68	2,68
Nisip fin	kilogram [kg]	907	8,16	2,70	2,70
Fibre optice	kilogram [kg]	0	0	0	0,17

2.1 Tipul de fibre optice utilizate

Pentru realizarea betonului translucid am folosit fibre optice cu o lungime de 28 cm, având diametrul de aproximativ 0,1 mm, achiziționate de la o lampă LED.



2.2 Modul de turnare și uscare

Primul pas pentru turnarea probelor a fost calcularea volumului necesar.

$$V = 2 \times L \times l \times h$$

(1)

, unde V = volumul necesar de beton pentru turnarea a două prisme [m³],

L = lungimea cofrajului [m], l = lățimea cofrajului [m], h = înălțimea cofrajului [m].



Folosind regula de trei simplă și cunoscând cantitățile de materiale pentru 1 mc³ de beton am determinat cantitățile necesare pentru volumul obținut în ecuația (1), astfel obținând datele din tabelul 1.

Materialele au fost cântărite în conformitate cu datele obținute, iar apoi amestecate în malaxor. Procesul de amestecare a durat aproximativ 10 minute, în acest timp pregătind de asemenea fibrele optice și cofrajele.

Știind volumul pentru prisma care conține fibre optice am putut calcula cantitatea necesară de fibră optică astfel:

$$V_{fo} = 5 - 6\% \times V_1 \quad (2)$$

$$V_1 = \frac{V}{2} \quad (3)$$

V_1 = volumul de beton pentru turnarea prismei cu fibre optice [m³]

Apoi, având densitatea fibrei optice folosite $\rho_{fo} = 1180 \text{ kg/m}^3$, am determinat masa fibrei optice:

$$m_{fo} = \rho_{fo} V_{fo} \quad (4)$$

m_{fo} = masa fibrei optice [kg]

Cofrajele folosite cu dimensiunile de 0,1x0,1x0,3 m, au fost așezate pe masa vibrantă, acest fapt având ca scop dispunerea cât mai egală a straturilor de beton și a celor de fibre optice.

Pentru turnarea prismelor, am urmărit instrucțiunile de turnare a unui strat de beton de 2-5 mm, urmat de un strat de fibre optice, procesul repetându-se până la umplerea cofrajului, ultimul strat fiind de beton. Am turnat de asemenea o prismă martor de aceleași dimensiuni cu aceeași compoziție în rețeta de beton, diferența fiind lipsa fibrelor optice.

Pentru a preveni apariția unor complicații privind poziționarea și efectul căldurii asupra fibrelor optice, s-a evitat folosirea etuvei în procesul de tratament termic (tratament termic la 90°C cu umiditatea relativă mai mare de 90%), iar prismele au fost lăsate la uscat timp de o săptămână până la decofrarea lor.

2.3 Încercări experimentale

Dupa decofrarea prismelor, acestea au fost secționare cu o grosime medie de 25 mm. Atât prismele cu fibră optică, cât și cele martor, au fost folosite pentru realizarea încercărilor de rezistență asupra rețetei de beton, pentru a concluziona o diferență între acestea, cu scopul de a determina cea mai bună metoda de utilizare a acestui produs final, a betonului translucid.

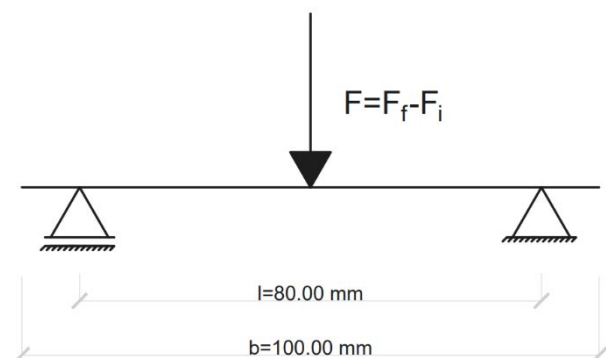
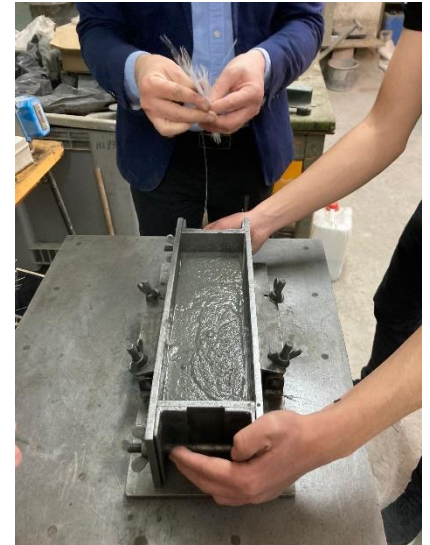


Figura 1. Configurația încercării la incovoiere





Cu ajutorul formulei:

$$\sigma_f = \frac{3 \times (F_f - F_i) \times l}{2 \times b \times d^2} \quad (5)$$

, unde F_i = forța inițială [kN], F_f = forța finală [kN], σ_f = rezistența la întindere [N/mm^2],
 l = distanța dintre reazeme [mm], d = grosimea probei [mm], b = lățimea probei [mm]

Tabelul 2. Încercarea la întindere prin încovoiere

Număr probă	Tip probă	Forța maximă aplicată F_{\max} [kN]	Dimensiuni [mm]	Rezistența la întindere [N/mm^2]
Proba 1	conține fibră optică	9,66	$l = 80$	9,22
			$d = 25$	
			$b = 100$	
Proba 2	conține fibră optică	8,40	$l = 80$	11,99
			$d = 29$	
			$b = 100$	
Proba 3	nu conține fibră optică	6,80	$l = 80$	11,19
			$d = 27$	
			$b = 100$	
Proba 4	nu conține fibră optică	9,40	$l = 80$	14,39
			$d = 28$	
			$b = 100$	

2. CONCLUZII ȘI POSIBILE UTILIZĂRI

După analizarea datelor furnizate din încercările la întindere prin încovoiere, putem concluziona că efectul fibrelor optice asupra acestui aspect este mică. Astfel, rețeta de beton de ultra înaltă performanță cu fibre ajută la conservarea rezistenței. Betonul translucid, care a fost folosit aceeași rețetă, poate deci să înlocuiască orice structură din beton al unei construcții.

Deși atât lumina solară, cât și lumina artificială pot fi transmise prin fibrele optice din betonul translucid, scoțând în evidență multitudinea de aplicații pe care acest beton le oferă, pentru a urmări partea economică și ecologică a acestui proiect se recomandă utilizarea acestuia pentru structurile din exterior, precum: pereți exteriori, structurile unei terase, structurile unui gard sau a unei intrări confecționate din beton, dar și pentru structuri din beton decorative, etc.

3. BIBLIOGRAFIE

1. M. Malesev, V. Radonjanin, S. Marinkovic, "Recycled concrete as aggregate for structural concrete production", Sustain. J., 2010
2. Michael Schmidt, Ekkehard Fehling, „Ultra-High-Performance Concrete: Research, Development and Application in Europe”
3. Soumyajit Paul, Avik Dutta, „Translucent concrete”, International Journal of Scientific and Research Publications, Volume 3, Issue 10, October 2013, Department of Civil Engineering, SRM University, Kattankulathur Chennai, Tamil Nadu-603203
4. <https://www.specifyconcrete.org/blog/a-brief-history-and-future-use-of-translucent-concrete>
5. <https://gharpedia.com/blog/transparent-concrete/>



BETON FOSFORESCENT

Autori

D.Berende, A.B. BERINDE, A.B. Băraș, A.I. Belecciu

¹Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Cluj Napoca, davidberende1809@yahoo.com

¹Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, alexberinde77@gmail.com

²Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Cluj Napoca, andrabianca5@yahoo.com

³Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Cluj Napoca, alexbelecciu28@gmail.com

Îndrumător/îndrumători

S.L.Dr.Ing. I.Șoșa

Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Cluj Napoca, ioan.sosa@dst.utcluj.ro

REZUMAT:

Proiectul nostru propune realizarea unui exemplar de beton inovativ care întrunește două criterii ale construcțiilor moderne, fiind atât practic, cât și estetic. Ideea se bazează pe folosirea unui pietriș decorativ fosforescent, prin care se reduce consumul de energie, deoarece acesta stochează în timpul zilei lumina solară pe care o reutilizează pe timpul nopții. Acest material este compus dintr-un amestec de plastic și sticlă, obținute din materiale reciclabile, tratate cu pigmenți fosforescenți și cu rășini sintetice. Are o gamă largă de aplicabilitate, putând fi folosit atât la pereți exteriori sau interiori, cât și pentru orice construcție exterioară, de la potecă la construirea unui foișor.

Cuvinte cheie: pietre fosforescente, rășină sintetică, reîncărcare solară, materiale reciclabile, design modern.

1. Introducere

Betonul este de departe cel mai folosit material de construcții și este a doua cea mai folosită materie din lume, pe primul loc aflându-se apa. Pe de-o parte cel mai mare avantaj al betonului este rezistența la compresiune, pe de altă parte având și un dezavantaj, rezistența la întindere, fapt pentru care am ales să folosim un beton de ultra înaltă rezistență.

1.1. Betonul de ultra înaltă performanță

Betonul de ultra înaltă rezistență este un material cimentos avantajos, cu o putere mare și o durabilitate excelentă, oferă potențialul să devină o soluție practică pentru a îmbunătăți sustenabilitatea clădirilor și a altor componente a infrastructurilor [1]. Acest tip de beton armat cu fibre (UHPRFC=ultra high performance fiber reinforced concrete), poate fi considerat ca o combinație de 3 tehnologii de lucru cu betonul: betonul auto-compactat (SCG), armat cu fibre (FRC) și de înaltă performanță (HPC) [2].



1.2. Betonul fosforescent

Beton auto-iluminat este un concept nou care ar putea oferi siguranță și eficiență energetică într-o gamă largă de aplicații, precum garaje, alei de acces, bariere jersey (parapeți pentru drumuri) și piste de alergat. În ciuda acestor aplicații folosite, foarte puțină cercetare a fost realizată în dezvoltarea betonului auto-iluminat [3]. Având această idee ca baza proiectului nostru, am decis să alegem o metodă diferită de lucru, utilizând agregate din materiale fosforescente și combinarea acestora împreună cu betonul pentru a obține un beton fosforescent.



Fig. 1. Alei pietonala fosforescenta [4]

Acum nouă ani, profesorul Jose Carlos Rubio de la Universitatea din San Nicolas Hidalgo în Mexic, a recunoscut nevoia pentru o iluminare stradală eficientă energetic. Soluția sa a fost crearea unui beton care să absoarbă energia solară în timpul zilei și să o emită pe durata nopții. [4]

2. Programul experimental

2.1. Compoziția de beton utilizată

Pentru realizarea acestui proiect am optat pentru a folosi o rețetă de beton de ultra înaltă performanță realizată din:

Tabelul 1. Compoziție beton/proba turnată

	Cantitatea pentru probă	Cantitatea pentru proba martor	Cantitate pentru 1 m ³	Unitatea de măsură
Fibră metalică	0,125	0,125	190	kg
Apă	0,135	0,135	220	l
Aditivi	0,05	0,05	80	l
Praf de silice	0,122	0,122	200	kg
Ciment	0,54	0,54	900	kg
Nisip fin	0,55	0,55	907	kg
Piatră fosforescentă	0,125	0	0	kg

2.2. Tipul de agregate fosforescente utilizate

Agregatele fosforescente utilizate în cadrul proiectului au fost achiziționate online. Acestea sunt compuse dintr-un amestec de plastic și sticlă, tratate cu pigmenți fosforescenți și rășini sintetice. În scopul obținerii unei aderențe mult mai ridicate, unei prinderi mult mai optime în compoziția betonului și a unei distribuții cât mai variabile în volumul acestuia, am folosit presa hidraulică pentru zdrobirea acestor agregate.



2.3. Modul de turnare și uscare

- ☐ Pentru realizarea proiectului, s-au efectuat calculele pentru a determina cantitățile necesare a materialelor folosite în rețeta de beton de înaltă rezistență.

$$V = 2 \times L \times l \times h \quad (1)$$

V = volumul necesar de beton pentru turnarea a două prisme,

L = lungimea cofrajului,

l = lățimea cofrajului,

h = înălțimea până la care am turnat proba de beton

- ☐ Folosind regula de trei simplă și cunoscând cantitățile de materiale necesare pentru 1 mc³ de ciment am determinat cantitățile pentru volumul obținut în ecuația (1).
- ☐ S-au cântărit materialele în conformitate cu cantitățile determinate și s-au amestecat în malaxor (cantitățile aferente tabelului 1).
- ☐ După instrucțiunile profesorului îndrumător, s-au adăugat cantități suplimentare necesare.
- ☐ În timpul amestecării materialelor, pietrele fosforescente au fost zdrobite folosind presa hidraulică și s-au pregătit cofrajele cu dimensiunile de 0,1x0,1x0,3 m.
- ☐ S-a lăsat la amestecat timp de 10 minute.
- ☐ Pentru a avea o dispunere cât mai compactă a betonului și a pietrelor fosforescente, s-a folosit masa vibrantă, pe care am așezat cofrajul.
- ☐ Inițial am adăugat o cantitate mai mică de pietre fosforescente, apoi urmând să se toarne un strat de beton de 2 cm grosime.
- ☐ La final, am dispus majoritatea cantității de pietre fosforescente, încercând să ii oferim un aspect cât mai estetic.
- ☐ Datorită folosirii masei vibrante, agregatele au fost dispersate atât în interiorul prisme, cât și în exteriorul acesteia.
- ☐ S-a turnat de asemenea o prismă martor, având aceleași dimensiuni și aceeași compoziție, diferența fiind lipsa pietrelor fosforescente.
- ☐ Pentru a evita topirea pietrelor, am decis să nu folosim etuva pentru procesul de uscare a prismelor, acestea fiind lasate la uscat timp de o săptămână într-un mod cât mai natural.



2.4. Încercări experimentale și rezultate

Prisma martor și prismele cu pietre fosforescente au fost folosite pentru realizarea încercărilor de rezistență asupra rețetei de beton, în determinarea metodei de utilizare a produsului final, a betonului fosforescent.



Folosindu-ne de formula (2), am determinat rezistența la întindere prin încovoiere, ajungând la rezultatele corespunzătoare tabelului 2:

$$\sigma_f = \frac{3 \times (F_f - F_i) \times l}{2 \times b \times d^2} \quad (2)$$

- F_i = forța inițială [N]
- F_f = forța finală [N]
- σ_f = rezistența la întindere [N/mm^2]
- l = distanța dintre reazeme [mm]
- d = grosimea probei [mm]
- b = lățimea probei [mm]

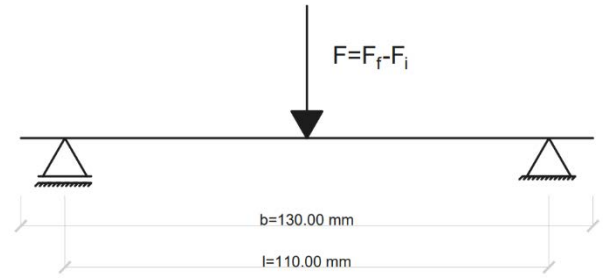


Fig. 2. Configurația încercării la încovoiere

Tabelul 2. Încercarea la întindere prin încovoiere

Număr probă	Tip probă	Forța maxim aplicată F_{max} [kN]	Dimensiuni [mm]	Rezistența la întindere prin încovoiere fct,fl [N/mm^2]
Proba 1	cu piatră fosforescentă	4,00	$l = 110$	5,64
			$d = 30$	
			$b = 130$	
Proba 2	fără piatră fosforescentă	4,60	$l = 110$	11,04
			$d = 23$	
			$b = 130$	
Proba 3	fără piatră fosforescentă	3,00	$l = 110$	9,52
			$d = 20$	
			$b = 130$	

3. Concluzii si posibile utilizări

Din tabelul 2 rezultă că rezistența la încovoiere este influențată semnificativ de prezența agregatelor fosforescente. O posibilă explicație pentru diferența de rezistențe ar putea fi și numărul redus de epruvete testate. Totuși, prezența fibrelor metalice în matricea de beton ajută la obținerea unei rezistențe la încovoire bune comparativ cu betoanele obișnuite. Astfel putem concluziona faptul că, betonul fosforescent poate înlocui în orice circumstanță un beton normal.

Dat fiind faptul că procesul de luminare a agregatelor fosforescente este bazat pe energie solară, eficiența maximă a acestui beton este, în mod evident, în construcțiile exterioare, precum: pavaje, alei, plăci de terase, zone de agrement (piscine), fațada clădirilor, mobilier exterior confecționat din beton, etc.

4. Bibliografie

1. M. Schmidt, E. Fehling, "Ultra-High-performance concrete: research development and application in Europe", The 7th International Symposium on the Utilization of High-Strength/High-Performance Concrete (2005), pp. 51-78
2. E.T. Camacho, "Dosage Optimization and Bolted Connection for UHPFRC Ties. PhD Thesis", University of Valencia (2013)
3. Andrew Long, James Rein, Adrienne Smith, Lauren Smith, Paul Preissner, Qua'Virarch, "Glowcrete. A thin layer approach to the development of self-illuminating concrete", Northwestern University Engineering Design and Communication, 7 iunie 2006.
4. Jonathan Trinastic, "Phosphorescent concrete could light the way home", 3 iunie 2016, Phosphorescent concrete could light the way home | Eyes on Environment | Learn Science at Scitable (nature.com)
5. Looking to light highways with light-emitting cement (phys.org)



MATERIALE DE CONSTRUCȚIE CU PROPRIETĂȚI DE AUTO-VINDECARE

Autori

L. DALL'ARA¹, A. DAVID¹

¹Facultatea de Constructii, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, [e-mail: mletizia323@gmail.com](mailto:mletizia323@gmail.com).

¹Facultatea de Constructii, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, [e-mail: davalexal302@gmail.com](mailto:davalexal302@gmail.com).

Îndrumător

Asist. Dr. Ing. Luminița PLEȘA¹

¹Facultatea de Constructii, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, [e-mail: luminita.molnar@ccm.ucluj.ro](mailto:luminita.molnar@ccm.ucluj.ro).

REZUMAT: *Lucrarea de față prezintă noile tehnologii și posibilități menite să ajute la repararea autonomă și independentă a materialelor prin adăugarea diversilor compuși chimici și biologici. Aceste materiale inovative sunt menite să lungească durata de viață a construcțiilor datorită compușilor naturali sunt mai sustenabile pentru mediul înconjurător. În această lucrare vor fi explicate și enumerate mai multe tehnologii de dezvoltare a materialelor autovindecătoare, la materiale precum: lemnul, betonul, ceramică și metal.*

Cuvinte cheie

Materiale auto-vindecatoare, fibre goale încorporate, beton viu, epoxii autovindecatoare, aditivi chimici

1. Introducerea

Materialele cimentare (autovindecătoare) au fost utilizate încă din perioada romană, dar capacitățile lor au fost remarcate abia în sec IX-lea la Academia Franceză de Științe. Prin integrarea diferitor strategii biochimice și chimice, abilitatea acestora poate fi îmbunătățită considerabil.

Autovindecarea acoperă toate tipurile de materiale (metale, ceramică, și materiale cimentare), chiar dacă cele mai utilizate materiale de auto-vindecare sunt polimerii (substanța compusă din molecule cu masă moleculară mare, formate din mai multe molecule identice(monomeri), legate între ele prin legături covalente) sau elastomerii. Aceștia din urmă constau în substanțe de origine sintetică sau naturală și prezintă proprietăți asemănătoare cu cele ale cauciucului.

Pentru ca un material să poată fi autovindecător este necesar ca această acțiune să fie lipsită de intervenția umană. De exemplu, unii polimeri pot să înceapă procesul de auto-vindecare autonomă ca răspuns la diferiți stimuli exteriori, cum ar fi lumina, schimbarea de temperatură etc.

Polimerii au devenit din ce în ce mai utilizați, mai ales odată cu începerea secolului XX pentru diferite obiecte de uz zilnic (plasticul, cauciucul, vopselele, filmele). Din aceasta cauză, oamenii de știință au fost nevoiți să vină cu diferite metode de prelungire a vieții acestor materiale și au reușit să stabilească o nouă clasă de polimeri, capabili de a-și restabili funcționalitatea după oboseală sau uzură. După modul de auto-vindecare, polimerii se pot clasifica în intrinseci sau extrinseci.

Autovindecarea polimerilor constă în 3 etape de bază. Prima etapă este una declanșatoare și se petrece imediat după suferirea daunei. A doua etapă constă în transportarea



resurselor (în cazul acesta, al materialelor) în zona afectată, iar ultima etapă consistă în repararea chimică propriu-zisă. Totodată, există mai multe tipuri de materiale autovindecătoare, iar acestea se diferențiază după tipul de mecanism de răspundere în cazul unei deteriorări (pe bază de capsule, pe bază vasculară și intrinseci).

1.1 Eliberarea agenților vindecători

În timpul etapei de fabricație sunt încorporate în structura materialului dorit să aibă proprietăți autovindecătoare diferite microcapsule, canale sau fibre goale. În cazul unei fisuri, rezervoarele sunt rupte și agenții activi ajung în fisuri prin forța capilară. La locul fisurii, aceștia se vor solidifica datorită prezenței catalizatorilor predispersi și duc la obturarea fisurii.

Propagarea fisurii este principala forță motrică a sistemului, dar este necesar și atenuarea stresului cauzat de aceasta.

1.2 Fibrele goale încorporate

Fibrele goale cu agent vindecător încorporate în rețeta materialului au un dezavantaj major, deoarece nu există încă o metoda de determinare pentru a afla dacă mai există sau nu lichid vindecător. Vindecarea multiplă este convenabilă doar atunci când este disponibil un exces de agent. Prin urmare, pentru a realiza vindecarea multiplă în materiale a fost necesar un alt tip de rezervor care poate furniza o cantitate mai mare de agent lichid.

O încercare de introducerea materialului vindecător în cantități mari a fost încercată și prin umplerea cu rășina a fibrelor de sticle goale, dar rășina utilizată de Belay și colab. nu a fost destul de lichidă, împiedicând o întărire corespunzătoare.

Aceeași cercetătorii au reușit să descopere o variantă de a introduce o rășina mai lichidă în fibrele goale și au încercat prin introducerea și eliberarea unui colorant fluorescent în crăpăturile din materiale.

Această abordare prezintă diferite avantaje: este disponibilă o cantitate mai mare de lichid auto-vindecător, pot fi diferite tipuri de rășini, este posibilă o vizualizare a locului avariabil la fața locului (datorită pigmentului) și fibrele goale pot fi ușor amestecate cu fibrele de armare.

Totodată, există și o serie de dezavantaje: fibrele trebuie să se spargă pentru a putea elibera rășina. Trebuie folosită o rășină cu vâscozitate scăzută și necesită o fabricare în mai multe etape.

2. Istoria Betonului în Roma

Încă din epoca romană se foloseau acest tip de materiale, sub o formă rudimentară. Romanii din antichitate utilizau un mortar de var ce se regenera. Acest tip de mortar a fost descoperit în clădiri și construcții din Piața lui Traian din Roma, cât și în alte clădiri grandioase, cum ar fi Colosseumul și Panteonul. Mortarul era amestecat cu varul viu, apă și cu cenușa vulcanică ce provenea de la Dealurile Alban (fost complex vulcanic situat la 20 de km de Roma).

În urma unor activități chimice, materialul a avut o reacție de autovindecare. Varul a interacționat cu celelalte substanțe chimice din compoziția mortarului, și s-a transformat într-un anumit tip de cristale, și anume cristalele Strätlingite (vezi figura 1). Datorită acestor cristale ce cresc în matricea cimentară, s-a reușit prevenirea unor fisuri ulterioare, astfel clădirile și construcțiile romane au reușit să se conserve într-un mod uluitor de-a lungul vremii.



Figura 1 Cristale Strätlingite

3. Materiale auto-vindecătoare

3.1 Metalul

Epoxii auto-vindecători pot fi încorporați pe metale pentru a preveni coroziunea. Un metal substrat a prezentat o degradare majoră și o formare de rugină după 72 de ore de expunere. Dar după ce a fost acoperit cu epoxidic auto-vindecător, nu a existat nici o deteriorare vizibilă sub SEM după 72 ore de aceeași expunere.

O metodă de combatere a deteriorării metalelor este aceea de formare a precipitatelor la locul defectelor care împiedică creșterea în continuare a fisurilor. În prezent, atomii de aur au fost descoperiți ca fiind extrem de eficienți în vederea vindecării aliajelor pe bază de fier. Agenții de vindecare aderă la suprafața liberă a unei caverne, ducând la umplerea porilor. În cazurile de stres redus se realizează o umplere a cavității fluide cu precipitații de Au.

Pentru a preveni coroziunea metalelor pot fi încorporați diferiți epoxii autovindecătoare. După acoperirea cu epoxidic (rășina rezistentă la agresivitățile chimice) autovindecător nu sunt vizibile diferitele deteriorări cauzate de rugină.

3.2 Ceramice

Ceramica este un material ce se sparge ușor, în condițiile de stres mecanic, fiind foarte fragilă, în ciuda faptului că are o rezistență superioară la temperaturi înalte.

Ceramica de fază, sau ceramica Faze Max, este o ceramică nouă, ce constă din straturi de material alternativ, astfel fisurile apărute se repară. Fisurile se formează între straturile ceramicii, și se numesc linii de inflexiune.

Autovindecarea ceramicii constă în cristalele din liniile de pliere, fiind aproape imposibil de detectat, vindecând în mod activ fisura atunci când se aplică presiune, prevenind crearea de fisuri noi.

3.3 Betonul

Betonul, material de construcții fundamental, are tendința de a se fisura odată cu trecerea timpului. O metodă de a încerca prevenirea acestor fisuri este aceea de a introduce anumite bacterii capabile de a repara aceste fisuri. În momentul în care bacteriile ajung în contact cu apa



sau oxigenul din fisuri reușesc sa producă cristale de calcit care umplu și repară fisurile. Astfel, prin introducerea unor bacterii specifice se reușește prelungirea semnificativă a duratei de viață a betonului și implicit a clădirilor.

4. Tipuri de Vindecare

4.1 Vindecarea Autogenă

Capacitatea naturală a materialelor cimentare de a repara fisurile este dată de vindecarea autogenă. Datorită hidratării particulelor de ciment nehidratate și a carbonatării hidroxidului de calciu dizolvat este posibilă regenerarea activă a materialului. Materialele cimentate în contactul cu apa dulce își pot vindeca singure fisurile de până la 0,2 mm pe o perioadă de 7 săptămâni.

4.2 Vindecarea pe bază de aditivi chimici

Autovindecarea cu agenți chimici presupune două strategii principale ce adapostesc agenții chimici, acestea constând în capsule și tuburi vasculare. Dacă aceste două strategii, tuburi și capsule, sunt deteriorate, elimină agenții, ce au rol în vindecarea fisurilor apărute în material. De-a lungul anilor studiile s-au axat pe îmbunătățirea și inovarea acestor capsule pentru agenții chimici, cât și a materialelor încapsulate.

4.3 Vindecarea pe baza bio/Betonul “viu”

Datorită unor bacterii introduse în beton, capacitatea de autovindecare a betonului a fost mult îmbunătățită. Bacteriile introduse își încep activitatea metabolică, care odată intrată în contact cu carbonatul de calciu, activează precipitarea acestuia. Precipitatul carbonatului de calciu se acumulează astfel creând un strat protector împotriva pătrunderii apei legate de fisuri.

Au existat și alte cercetări și experimente pentru îmbunătățirea capacității betonului de autovindecare prin introducerea bacteriilor. O cercetare realizată în 2007 de Henk M. Jonkers și Erik Schlangen, consta în introducerea bacteriilor în pasta de ciment pentru a dezvolta ulterior capacitatea de autovindecare a betonului, dar bacteriile adăugate în pasta aveau o rată de supraviețuire de circa 4 luni. Ulterior s-a încercat protejarea bacteriilor prin folosirea particulelor de lut expandat sau a tuburilor de sticlă. Au fost dezvoltate și metode bio pentru protejarea acestor bacterii, aceste acoperiri având la baza uleiul de neem, acesta fiind un ulei vegetal ca material de bază.

O alta descoperire recentă este cea a echipei de cercetători condusă de profesorul Wil Srubar, creând betonul “viu” (vezi figura.2), cu ajutorul cianobacteriilor. Acestea sunt alge verzi ce trăiesc în mediul acvatic și sunt în stare să își producă singure hrana, traiesc în colonii, și uneori sunt îndeajuns de mari, fiind vizibile cu ochiul liber.

S-a creat un esafodaj din nisip și hidrogel unde s-au pus cianobacteriile. Esafodajul conține elementele necesare pentru ca aceste bacterii să trăiască, având apa și hrana necesară, astfel acestea reușesc să se reproducă și să se mineralizeze, acest proces fiind asemanator cu modul în care se formează scoicile.

Betonul “viu” are o capacitate uimitoare de a se reproduce. Odată ce betonul este supus unor deteriorări externe, cum ar fi zgârieturi, ruperi, bacteriile pot regenera betonul. Spre exemplu, dacă o bucată de beton este ruptă în două, bacteriile pot crește și formează bucățile distruse în bucăți întregi, datorită nisipului și hidrogenului din esafodaj.



Figura. 2 Betonul viu

5. Analiza avantajelor și dezavantajelor materialelor auto-vindecătoare

Un dezavantaj principal al acestor metode de prelungire a vieții materialelor o reprezintă costul ridicat. Totodată, utilizarea mai multor catalizatori în compoziția materialului este direct proporțională cu un grad mai mare de vindecare. Un astfel de exemplu este Ruteniul (un element chimic cu numărul de ordine 44, un element de tranziție spre grupul metalelor platinice), impracticabil în aplicațiile comerciale.

6. Concluzii

Microfisurile și deteriorările ascunse sunt problemele principale care creează defecțiuni majore la structuri. Reparațiile în locurile greu accesibile sunt foarte costisitoare, iar avantajul major al materialelor autovindecătoare este tocmai creșterea longevității materialelor structurale. Ca urmare al acestui avantaj, foarte multe organizații științifice au început să cerceteze acest domeniu și posibilitățile pe care le poate oferi.

Deși acest domeniu inovativ în domeniul ingineriei prezintă foarte mult potențial, are unele limitări practice datorate lipsei înțelegerii cineticii de vindecare a fisurilor și a stabilității vindecării fisurilor.

Astfel, principala provocare la momentul actual constă în detectarea autonomă a fisurii și vindecarea ei ulterioară, păstrând rezistențele mecanice și proprietățile materialului fisurat.

BIBLIOGRAFIE

1. Anon., 1 februarie 2022. idealista/news. [Online]
Available at: <https://www.idealista.it/ro/news/lifestyle-in-italia/2022/02/01/99581-cladiri-verzi-zece-materiale-de-ale-viitorului#Beton+cu+autovindecare>
[Accessed 05 2022].
2. Anon., 2019.Elastomer. [Online]
Available at: <https://ro.wikipedia.org/wiki/Elastomer>
[Accessed 05 2022].
3. Anon., 2020. Betonul viu. [Online]
Available at: <https://incredibilia.ro/betonul-viu/>
[Accessed 05 2022].
4. Anon., 2021. Polimer. [Online]
Available at: <https://ro.wikipedia.org/wiki/Polimer>
[Accessed 05 2022].
5. Anon., n.d. Clasificarea polimerilor, s.l.: s.n.



6. Borza, R., n.d. Dexonline. [Online]
Available at: <https://dexonline.ro/definitie/epoxidic>
[Accessed 05 2022].
7. Grosh, S. K., 2009. Self-healing Materials: Fundamentals, Design Strategies, and Applications. [Online]
Available at: https://application.wiley-vch.de/books/sample/3527318291_c01.pdf
[Accessed 05 2022].
8. Wikimedia Foundation, Inc., 2022. Materiale de autovindecare-Self-healing material. [Online]
Available at: https://wikiw.com/wiki/self-healing_material
[Accessed 05 2022].
9. <https://ro.greatplainsparanormal.com/6373843-created-living-concrete-capable-of-treating-itself-alternative-view>
10. <https://www.mineralienatlas.de/lexikon/index.php/MineralData?mineral=Str%C3%A4tlingite>



MATERIALE SUSTENABILE, ECOLOGICE ȘI ANTIPOLUANTE ÎN DOMENIUL CONSTRUCȚII

Autori

Alex A. Nemeș, Anda A. Nemulescu

¹Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, , e-mail:alexnemes824@gmail.com

²Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, , e-mail:andastefania3@gmail.com

Îndrumător

Prof.Dr.Ing. Luminița L. Pleșa

³Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, , e-mail:Molnar.Luminita@campus.utcn.ro

REZUMAT: *În vederea construirii unei vieți mai bune și mai durabile atât pe plan ecologic, cât și pe plan structural, materialele din care clădirile, obiectele și bunurile date în folosință influențează în mod direct viața omului. Astfel, lucrarea noastră prezintă câteva materiale ecologice, antipoluante și sustenabile cu ajutorul cărora se poate construi în aceeași măsură ca și cele tradiționale oferind în schimb un mediu mai prietenos omului. În această lucrare am oferit date concrete despre aceste materiale, totodată încercând familiarizarea constructorului cât și a beneficiarului cu ele, mergând pe o deviză în care dacă omul ajută mediul, se ajută pe el.*

Cuvinte cheie

Sustenabil, eco-friendly, material ecologic, natural, durabil

Introducere

În vederea unui inginer constructor obișnuit ceea ce contează este primirea unor proiecte și realizarea acestora într-un timp optim și de asemenea plata, omițând sau chiar ignorând uneori crearea unui mediu curat omului.

Noi încercăm să venim cu o nouă perspectivă, noi idei de lucru în care materialele ecologice și antipoluante, precum pluta, lâna de oaie sau bambusul preiau locul cimentelor, adezivilor de clase inferioare cât și a plasticului.

În cele de mai jos se prezintă atuurile, avantajele cât și zonele în care se folosesc diferite materiale. Noi urmărim sustenabilitate acestora, referindu-se la capacitatea materialului de a exista constant, protejând mediul și totodată oferind siguranța omului.

Materialele ecologice au și ele o importanță în construcții având proprietatea de a emite o cantitate redusă de carbon. Acestea pot fi regenerabile, refolosibile susținând mediul și implicit viața care trăiesc în acesta.

Poluarea, de asemenea, este un subiect important pe plan mondial. Poluarea reprezentând contaminarea aerului și a mediului înconjurător. Din această cauză dorim să venim cu câteva materiale pentru actualii și viitorii ingineri din domeniul construcțiilor, care să îi ajute pe aceștia în realizarea unor locuințe mai prietnice vieții.

Pe baza acestor caracteristici prezentate mai sus am decis să vă aducem în față următoarele materiale: pluta, lâna de oaie, bambusul, vopsele naturale, linoleumul.

Identificarea materialelor

Pluta

Este un material natural, foarte flexibil și rezistent, astfel devenind un material ușor de prelucrat. Acesta este rezistent la foc și nu absoarbe apa, ceea ce îl face un izolator termic bun. Pluta reprezintă anumite particularități care o fac o bună izolatoare fonică. Este un material ușor, astfel nu necesită multă energie în transportul și prelucrarea lui. Totodată, se obține din scoarța stejarului de pluta, nefiind nevoie de tăierea completă a copacului, astfel ajutând mediul. Scoarța copacului refăcându-se în maxim 10 ani, în timp ce un copac ajunge la maturitate în 20-50 ani. Majoritatea se produce în Portugalia și în Spania de unde este transportat în toată lumea. Prețul plutei este puțin mai scump în comparație cu alți izolatori. Din acest material se pot realiza următoarele: mobilier, accesorii pentru casă, izolații, respectiv placarea pereților și a podelelor. Avândul un preț de aproximativ 20lei/buc.



Figura 1. Pluta



Figura 2. Pluta

Lâna de oaie

Este un material ecologic și eficient, dar și termic care ajută la o izolație 100%. Are capacitatea de a absorbi umezeala și de a proteja structurile. Acest material se sterilizează într-un mod simplu, fiind nevoie să fie tratat pentru îndepărtarea de insecte și pentru prevenirea ciupercilor. Producția de lână necesită cu 15% mai puțină energie folosită în comparație cu fabricarea vatei de sticlă, făcându-l un material eco-friendly. Lâna de oaie este un material răspândit pe planetă, fiind ușor de recoltat. Nu se degradează la fel de repede ca și alți izolatori naturali, precum paie și bumbacul, regenerându-se mai rapid. Cu toate acestea, prețul variază între 15-25 euro pe m².



Figura 3. Lână de oaie



Figura 4. Lână de oaie

Linoleum

Este un material 100% biodegradabil și este fabricat din ingrediente naturale. În fabricarea lui fiind folosite uleiul din semințe de in, creta, lemnul, rășina de pin, iuta și diferite tipuri de pigmenți. Acesta este un material antibacterian, antialergic, antistatic. În timpul producției și a utilizării nu degajă toxine care pot fi dăunătoare omului și mediului. Este un material sănătos datorită evaporării prin rășina de pin, ajutând oamenii cu probleme respiratorii. Reprezintă o pardoseală caldă și confortabilă. Este un material durabil, pardoselile concepute din acesta pot rezista până la 20-30 ani sau chiar mai mult dacă sunt întreținute corespunzător. Este un excelent izolator fonic și termic. Totodată, este un material cu proprietăți medicinale, deoarece reduce și absoarbe presiunea asupra încheieturilor. Oferă un confort tactil ceea ce îl face potrivit pentru încăperile în care se stă în picioare perioade lungi de timp, cu ar fi cabinetele medicale, bucătăriile sau birourile. Prețul este unul accesibil, costul fiind de aproximativ 30lei/m².



Figura 5. Linoleum



Figura 6. Linoleum

Bambus

Este cel mai ecologic și nepoluant material din zona construcțiilor. Bambusul este folosit din vremuri antice în acest domeniu. El se găsește în toate continentele, mai precis în America de Sud și Asia, dar cu excepția Europei și Antarcticii. Durabilitatea acestuia este una incredibilă, deoarece rezistența la compresiune este una mai bună decât a betonului și a cărămizii. Acesta este un material prielnic construcțiilor, cât și muncitorilor, deoarece energia risipită în timpul transportării și a prelucrării este una mică. Bambusul necesită un tratament specific pentru a rezista insectelor și dăunătorilor. Dacă acest tratament nu se efectuează la timp, acesta atrage invitați neprietenoși și poate să absoarbă apa până în momentul când va prezenta fisuri și crăpături. Raportul calitate-preț este și acesta unul fabulos, prețurile variază în funcție de cantitatea aleasă, încadrându-se într-o sumă de la 3lei/buc până la sume de aproximativ 150lei/set.



Figura 7. Bambus



Figura 8. Bambus

Teracota

Este un material durabil care ajută la o bună izolare termică. Poate fi folosit în cantități mici pentru a obține rezultate excelente. Plăcile din teracotă reglează umiditatea într-un mod natural, fără riscul de formare a mușgaiului și oferă, de asemenea, o absorbție bună a mirosului. Obiectele obținute nu necesită vopsire și nu conțin pigmenți, deoarece sunt obținute prin amestecarea unor componente naturale. Plăcile de teracotă sunt făcute dintr-un anumit tip de argilă, care atunci când este ars capătă culoarea maronie specifică. Arderea acestor plăci poate să dureze sau chiar să depășească temperatura de 1000°C. Datorită greutateii reduse, plăcile de teracotă pot fi folosite și pentru amenajarea unor șeminee decorative. Acest material păstrează căldura într-un mod ideal, devenind un izolator termic de top, însă are și un punct slab, precum faptul că absoarbe umezeala și se pătează destul de ușor.



Figura 9. Teracota



Figura 10. Teracota

Compararea materialelor

Tabelul 1. Materiale

	Coeficientul de conductivitate termică (W/mK)	Rezistența la temperatură (°C)
Pluta	0,037 - 0,040	(-80°) - 140°
Lâna de oaie	0,038	600° - 750°
Linoleum	0,33 - 0,186	-10° - 110°
Bambus	0,5	(-24°) - 90°
Teracota	0,4 - 0,8	120° - 180°

Concluzii

În cele prezentate mai sus au fost expuse anumite particularități ale materialelor. Am prezentat și susținut prin articole concrete de ce aceste materiale sunt ecologice, sustenabile și nepoluante.

Am făcut referințe legate atât de zonele în care sunt folosite materialele, cât și de mediul de proveniență, ba chiar susținând aplicabilitatea acestora.

Prin această lucrare încercăm să aducem în vizorul inginerilor materiale a căror particularități protejează, susțin și conduc la o îmbunătățire a mediului în care trăim.

În încheierea acestei lucrări dorim a sublinia, faptul că se poate construi în continuare în același ritm, utilizând alternative mai prietenoase mediului, deoarece pe plan mondial prima este sănătatea omului care în momentul de față este atacată la fiecare pas.

Prin folosirea unor materiale ca acestea încetul cu încetul putem îmbunătăți viața omului și totodată crea același confort ca până acum, dar insesizabil, pe termen lung putem oferi o viață mai sănătoasă.



Bibliografie

1. <https://www.idealista.it/ro/news/lifestyle-italia/2019/03/18/2391-7-materiale-ecologice-sustenabile-si-durabile-pentru>
2. <https://www.conserve-energy-future.com/sustainable-construction-materials.php>
3. <https://modelur.com/5-worlds-eco-friendly-building-materials/>
4. <https://ro.wikipedia.org/wiki/Sustenabilitate>
5. <https://ro.frwiki.wiki/wiki/%C3%89comat%C3%A9riaux>
6. https://www.tarkett.ro/ro_RO/node/pardoseli-din-linoleum-natural-2767?gclid=Cj0KCQjwdsiTBhD5ARIsAlpW8CilK7UEyOYDDPlcmF50VGrl79XctaLVm4pfVxL-lynLn0hbLW2YWGAaAiHtEALw_wcB
7. <https://casebune.ro/bambusul-materialul-viitorului/?cn-reloaded=1>
8. <https://revistadinlemn.ro/wp-content/uploads/2017/11/izolare-casa.jpg>
9. https://tapetcenter.ro/95087-large_default/pluta-placa-10mm.webp
10. https://s13emagst.akamaized.net/products/4693/4692932/images/res_497ba45222b94ad82c07e2bf0b32e32b.jpg
11. <https://i.simpalsmedia.com/999.md/BoardImages/320x240/45fa9cbfc851c339e45c3f6721299183.jpg>
12. <https://www.conserve-energy-future.com/wp-content/uploads/2020/08/Guadua-Bamboo.jpg>
13. <https://www.conserve-energy-future.com/wp-content/uploads/2020/09/sheep-wool.jpg>
14. <https://casasidesign.ro/wp-content/uploads/2018/12/soba-teracota-14.jpg>
15. <https://www.renovat.ro/poze/paci-de-teracota/Placi-teracota-rustica-pentru-pardoseala-320x.jpg>



Deșeuri din construcții și demolări

Autori

Cojan N. Stefana-Andrada, Csergo A. Robert Arpad
Cosarca Tania Cristiana

¹Facultatea de construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca,

Îndrumător/îndrumători

Asistent Dr. Ing. Iernutan Razvan Andrei

³Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca.

REZUMAT: Rezumatul trebuie să reflecte, într-o formă concisă și structurată conținutul și 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.

Rezumat

Lucrarea furnizează informații cu privire la gestionarea deșeurilor din construcții și demolări în condiții de siguranță a mediului în vederea reducerii la maximum a impactului acestora asupra vieții noastre și a generațiilor viitoare. Aceasta este destinată autorităților publice locale, operatorilor de salubritate a localităților, operatorilor economici care desfășoară activități de construcții, renovare și dezafectare în vederea reducerii la maximum a impactului asupra mediului, generat de aceste activități precum și comunităților locale aflate în aria de desfășurare a acestora.

Introducere

Protejarea mediului este esențială pentru calitatea vieții noastre și a generațiilor viitoare.

La baza politicilor de mediu ale Uniunii Europene (U.E.) se afla principiul „poluatorul plătește”. Plata înseamnă investiții pentru a atinge standarde de mediu mai ridicate, înseamnă cerința de a prelua, recicla, valorifica un produs după utilizare, sau înseamnă taxe pe care companiile sau consumatorii trebuie să le plătească dacă generează deșeuri.

Standardele de mediu sunt văzute din ce în ce mai mult ca o încurajare spre folosirea alternativelor mai puțin periculoase, spre utilizarea materiilor ecologice în stadiul de proiectare al unui produs, spre încurajarea reciclării și minimizarea depozitării deșeurilor.

Deșeurile din construcții și demolări sunt identificate ca un flux prioritar de deșeuri de către U.E. deoarece pot constitui o sursă pentru reciclare și re folosire în industria construcțiilor.

Deșeurile provenite din construcții și demolări reprezintă circa jumătate din întreaga cantitate de deșeuri municipale solide generate în unele țări europene (Franța, Germania etc.). În majoritatea țărilor, aceste sunt depozitate în depozitele de deșeuri menajere. Din cauza restricțiilor și reglementărilor legislative privind protecția mediului impuse la nivel comunitar, această soluție nu mai este acceptată.

Dezvoltarea și aprofundarea traseului de reciclare a deșeurilor din construcții și demolări este, deci, un aspect extrem de important. Din punct de vedere ecologic, reutilizarea deșeurilor din construcții și demolări reduce spațiul destinat depozitelor de deșeuri autorizate și permite și o economie a resurselor naturale, iar din punct de vedere economic, utilizarea materialelor



reciclate în locul resurselor naturale, care ating costuri extrem de mari, devine de la un an la altul o soluție din ce în ce mai avantajoasă.

Monitorizarea cantității generate și gestionate de deșeurile din construcții și demolări este un proces dificil, având în vedere existența micilor antreprenori care efectuează aceste operații.

La ora actuală în România nu există un depozit pentru deșeurile din construcții și demolări, eliminarea acestor deșeurile realizându-se, de cele mai multe ori, pe amplasamentul depozitelor pentru deșeurile municipale. La nivel național, există câțiva operatori economici care operează concasare, transformând betonul și cărămizile în materiale ce pot avea o utilizare ulterioară. Materialul care rezultă în urma concasării trebuie să se ridice din punct de vedere al costului și calității la nivelul materiilor prime utilizate în mod normal. În prezent, în România nu există norme privind calitatea materialului rezultat în urma tratării deșeurilor din construcții și demolări, împiedicând utilizarea acestuia în diferite aplicații (ex. ca material de umplutură la construcția căilor de transport).

Definiții

În conformitate cu OUG 195/2005 prin deșeu înțelegem “Orice substanță, preparat sau orice obiect din categoriile stabilite de legislația specifică privind regimul deșeurilor, pe care deținătorul îl aruncă, are intenția sau are obligația de a-l arunca”.

Deșeurile din construcții și demolări sunt deșeurile rezultate din activitățile de construire, renovare, reabilitare, reparare, consolidare, demolare a construcțiilor civile, a construcțiilor industriale, a structurilor edilitare, a infrastructurii de transport precum și a activităților de dragare și decolmatăre.

Conform Strategiei Naționale de Gestionare a Deșeurilor (SNGD), tipurile de deșeurile generate pe teritoriul țării sunt clasificate după cum urmează:

- deșeurile municipale și asimilabile: totalitatea deșeurilor generate, în mediul urban și în mediul rural, din gospodăria, instituții, unități comerciale și prestatoare de servicii (deșeurile menajere), deșeurile stradale colectate din spații publice, străzi, parcuri, spații verzi, deșeurile din construcții și demolări, nămoluri de epurarea apelor uzate orășenești;
- deșeurile de producție: totalitatea deșeurilor generate din activitățile industriale; pot fi deșeurile de producție nepericuloase și deșeurile de producție periculoase;
- deșeurile generate din activități medicale: sunt deșeurile generate în spitale, policlinici, cabinete medicale și se împart în două categorii: deșeurile medicale periculoase care sunt cele infecțioase, înțepătoare, tăietoare, organe anatomo- patologice, deșeurile provenite de la secțiile de boli infecțioase etc. și alte deșeurile exclusiv cele menționate mai sus, care intră în categoria deșeurile asimilabile.

Termenul de “deșeurile din construcții și demolări” face referință la deșeurile rezultate din activități precum construcția clădirilor și infrastructurii civile, demolarea totală sau parțială a clădirilor și infrastructurii civile, modernizarea și întreținerea străzilor.

Cadrul legislativ



Gestionarea deșeurilor din construcții și demolări este reglementată de numeroase documente legislative atât la nivel european cât și la nivel național.

1.1. Încadrarea în legislația europeană

Principalele documente legislative la nivel european referitoare la gestionarea deșeurilor sunt:

- Directiva 2008/98/CE – Directiva Consiliului și Parlamentului European din 19 noiembrie 2008 privind deșeurile și de abrogare a anumitor directive;
- Decizia 2000/532/CE (noul Catalog European al Deșeurilor) – Decizia Comisiei din 3 mai 2000 care înlocuiește Decizia 94/3/CE care stabilește o listă de deșeuri conform articolului 1, litera a), Directiva 75/442/CEE a Consiliului privind deșeurile și Decizia 94/904/CE a Consiliului care stabilește lista de deșeuri periculoase conform articolului 1, paragraf 4, Directiva 91/689/CEE a Consiliului privind deșeurile periculoase;

Principalul obiectiv al Directivei Cadru 2008/98/CE privind deșeurile este reducerea la minimum a efectelor negative ale generării și gestionării deșeurilor asupra sănătății populației și a mediului. Politica privind deșeurile ar trebui să urmărească reducerea consumului de resurse și să favorizeze aplicarea practică a ierarhiei deșeurilor.

Prin această Directivă se promovează:

- utilizarea sustenabilă a resurselor naturale și aplicarea practică a ierarhiei deșeurilor;
- minimizarea impactului negativ asupra sănătății populației și mediului datorat generării deșeurilor;
- măsuri care să urmărească decuplarea (ruperea) legăturii dintre creșterea economică și generarea deșeurilor;
- introducerea de măsuri pentru a eficientiza sistemul de sancțiuni, proporționale și cu efect de descurajare a acelor care încalcă dispozițiile prezentei directive;
- introducerea de măsuri care să asigure sortarea la sursă, colectarea și reciclarea fluxurilor de deșeuri prioritare.

1.2. Încadrarea în legislația națională

Cadrul legislativ prin care este reglementată gestionarea deșeurilor din construcții și demolări cuprinde următoarele acte normative:

- Ordonanța de Urgență nr. 78/2000 privind regimul deșeurilor aprobată prin Legea nr. 426/2001, cu modificările și completările ulterioare (Ordonanța de Urgență nr. 61/2006 aprobată cu modificări și completări prin Legea 27/2007);
- Hotărârea de Guvern nr. 856/2002 privind evidența gestiunii deșeurilor și pentru aprobarea listei cuprinzând deșeurile, inclusiv deșeurile periculoase;



- Hotărârea de Guvern nr. 1470/2004 privind aprobarea Strategiei naționale de gestionare a deșeurilor și a Planului național de gestionare a deșeurilor, modificată și completată prin H.G. nr. 358/11.04. 2007;

Tipuri de deșuri din construcții și demolări

Deșeurile din construcții și demolări reprezintă deșeurile rezultate din activități precum construcția de clădiri și obiective de infrastructură, construcția și întreținerea căilor rutiere, demolarea totală sau parțială a clădirilor sau a obiectivelor de infrastructură, putând include:

- materiale rezultate din construcții și demolări clădiri – ciment, cărămizi, țigle, ceramică, roci, ipsos, plastic, metal, fontă, lemn, sticlă, resturi de tâmplărie, cabluri, soluții de lăcuit/vopsit/izolante, materiale de construcții cu termen de valabilitate expirat;



Figura 2.1. Deseuri din demolari



Figura 2.2. Deșeuri de la întreținerea căilor rutiere și excavări

- materiale rezultate din construcția și întreținerea drumurilor - smoală, nisip, pietriș, bitum, piatră construcții, substanțe gudronate, substanțe cu lianți bituminoși sau hidraulici;
- materiale excavate în timpul activităților de construire, dezafectare, dragare, decontaminare etc. - sol, pietriș, argilă, nisip, roci, resturi vegetale.

Aceste studii au fost efectuate de către Dl. Prof. Alexandru Steopoe la sfârșitul celui de al II-lea Război Mondial, cautându-se o utilitate pentru molozul provenit din clădirile bombardate și mai apoi demolate.

În resturile provenite din demolări se pot întâlni trei categorii de materiale care pot fi utilizate în betoane: sfărâmaturi de beton, bucăți de cărămidă și moloz provenit din mortare întărite.

Sfărâmăturile de beton pot fi folosite drept agregate pentru betoane proaspete: în acest scop ele se concasează până ajung la mărimea obișnuită a agregatului și la sorturile necesare pentru realizarea unui anumit tip de beton. Din concasare rezultă pe lângă sorturile necesare și praf, care în unele cazuri se poate adăuga amestecului, deoarece s-a constatat experimental că, în funcție de destinația betonului, acest adaos este benefic.

Utilizarea resturilor de beton prezintă o serie de neajunsuri, după cum urmează:

1. Materialul spart este colțuros și prin urmare este posibil să dea betoane mai puțin lucrabile. Acest dezavantaj este contracarat însă de utilizarea mijloacelor moderne de vibrație, prin care se realizează o bună compactare a betonului;

2. Porozitatea unui beton întărit este mai mare decât aceea a betoanelor realizate cu agregate silicioase obișnuite, amestecul de beton va cere deci, multă apă spre a ajunge la consistența plastică, fapt ce va produce o reducere a rezistențelor mecanice și o mărire a contracției la uscare;



3. Agregatul obținut prin concasarea betoanelor provenite din demolări este încărcat și cu costul manoperei de concasare.

Este deci necesar să se limiteze întrebuințarea acestui material la piese de construcție masive, cu un adaos de nisip îndestulător, în vederea obținerii unei bune lucrabilități, sau să fie utilizat la realizarea unor prefabricate ce se vor pune în lucru după o întărire și uscare suficientă, spre a nu resimți efectul neplăcut al unei contracții la uscare mai mare decât cea admisibilă.

De asemenea, este bine ca materialul să nu fie întrebuințat singur, ci în amestec cu pietrișul și nisipul de balastieră. În ceea ce privește proporția amestecului și dozajul necesar, acestea vor fi determinate de destinația betonului și de rezultatele ce se vor obține la încercările preliminare.

Metode de reciclare în construcții

Principalele cauze ale creșterii volumului de deșeuri din construcții și demolări sunt următoarele:

1. Multe clădiri, structuri rutiere, lucrări de artă și alte structuri și-au consumat durata de viață sau au suferit deteriorări structurale majore;
2. Unele construcții chiar dacă sunt corespunzătoare din punct de vedere structural nu mai corespund din punct de vedere funcțional; reconfigurarea și utilarea acestora implică cheltuieli mari;
3. Există încă mari cantități de deșeuri provenite din conflicte armate.

Deșeuri municipale

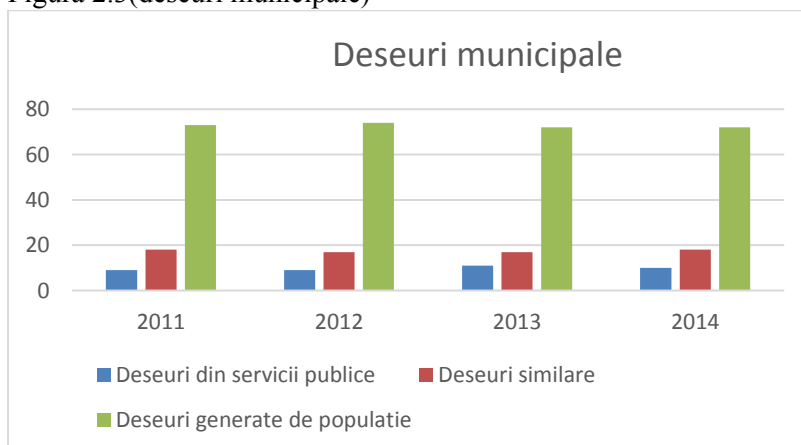
Aceasta implica:

- Prelucrarea intermediara precum sortarea , maruntirea, compactarea.
- Transportarea
- Valorificarea materialelor
- Prelucrarea finala

Problemele fundamentale legate de deseurile municipale sunt:

- Identificarea materialelor reciclabile
- Identificarea oportunitatilor de reciclare
- Identificarea pietelor pentru materialele valorificabile

Figura 2.3(deseuri municipale)





Soluții concrete pentru minimizarea DCD sunt:

- evitarea soluțiilor de execuție care presupun utilizarea unei cantități mai mari de materie primă și care presupun un timp mai mare de execuție;
- calcularea cât mai exactă a necesarului de materiale;
- utilizarea, pe cât posibil, a construcțiilor modulare sau prefabricate care să diminueze cantitatea de deșeuri produse atât pe șantier, cât și de către furnizori, și care să permită și o dezasamblare ulterioară mai ușoară;
- utilizarea de materiale reciclate sau recuperate;
- utilizarea unor materii prime și tehnologii prietenoase față de mediu, de exemplu: izolații din materii prime precum lâna de oaie, plăci din fibră de lemn, vopsele și tencuieli ecologice;
- adoptarea unor politici de returnare a ambalajelor către furnizorii de materiale – acest lucru aducând beneficii atât firmei de construcții, cât și furnizorilor;
- depozitare și manipulare atentă a materialelor pe șantier.
- evitarea demolărilor inutile, prin evaluarea atentă a structurilor deja existente și încercarea integrării acestora în noul proiect;
- alegerea unor procese de demolare controlată care să permită recuperarea și valorificarea unor materiale de construcții, precum lemnul, cărămidile, tâmplăria;

Betonul

Cel mai des agregatele rezultate din betonul reciclat sunt folosite la stratul inferior al drumurilor sau la fundația lor, fiind una dintre puținele ocazii când demersul este profitabil și eficient din punct de vedere ecologic.

Reciclarea ar trebui făcută selectiv și local în funcție de materialele disponibile într-o anumită zonă pentru protejarea resurselor și eficiența energetică, se arată într-un comunicat al Asociației Europene a Cimentului, Cembureau. În privința cimentului, acesta este al doilea cel mai folosit material din lume după apă. În fiecare an în Europa mai mult de 3200 de milioane de tone de agregate sunt produse, mai mult de o treime din acestea fiind folosite în producția betonului.

Aproximativ 350 Mt de ciment provin anual din demolări. Astfel dacă tot deșeurile ar fi reciclate acesta ar asigura 12% din agregatele necesare. Dar agregatele sunt o resursă fără probleme în Europa, se mai arată în articol. Printre dificultățile de în reciclarea betonului se numără transportul care generează costuri destul de mari, în așa fel încât pentru profit este nevoie de o metodă de reciclare la fața locului.

De asemenea în utilizarea agregatelor provenite din reciclare agregatul primar trebuie să fie de o calitate superioară pentru a suplini proprietățile diminuate ale celui de-al doilea. Reprezentanții pieței cimentului mai menționează la capitolul dificultăți impuritățile provenite din demolarea unei construcții și amestecarea betonului cu alte materiale, ceea ce îngreunează manevrarea lui și procesul de reciclare.

Concluzia raportului este că betonul este 100% reciclabil însă procesul trebuie să fie selectiv.

Tabelul 1 (Estimarea cantității generate de DCD în perioada 2015 – 2020)

2015	2016	2017	2018	2019	2020
------	------	------	------	------	------



Indicator generare (kg/locuitor/an)	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17
Nr. locuitori (milioane)	19,8	19,8	19,7	19,7	19,7	19,7
Cantitate generată de DCD (mii tone/an)	3.409	3.401	3.397	3.397	3.395	3.394

Tabelul 2 (Materiale de construcții obținute din deseuri reciclate)

Deseu provenit din construcții sau demolări	Utilizarea ca material reciclat
Covor asfaltic	Maruntit , utilizat intr-o noua reteta de convor asfaltic sau ca strat de baza la drumuri
Beton	-Maruntit , utilizat ca structura de umplere , strat de baza pentru drum -Indeprtarea fierului beton, maruntire si utilizare ca agregat pentru beton
Compartimentari de lemn	-Maruntite, utilizate ca umplutura -Curatate , taiate , utilizate pentru generarea de energie -Utilizat ca fibre pentru produse de lemn -Utilizat in agricultura ca amendament pentru sol
Sindrile asfaltice	Utilizate la pavarea cu asfalt, ca strat de baza pentru drumuri sau sindrile asfaltice
Pereti de gips-carton	-Dupa indepartarea cartonului si maruntire, utilizat pentru realizarea unor noi pereti -Dupa maruntire , utilizat ca produs de absorbtie
Metale(cupru, otel , aluminiu)	Reciclate, utilizate la fabricarea metalelor respective
Ambalaje de hartie	Reciclate in noi produse de hartie
Plastice	Reciclate in noi produse de plastic
Vegetatia din santierul de constructie sau demolare	Maruntita , utilizata ca compost
Sticla	Reciclata in fibre de sticla sau utilizata in locul nisipului ca material de pavare

Concluzie

In concluzie , reciclarea si refolosirea materialelor este foarte benefica atat mediului inconjurator cat si firmei raspunzatoare.Este un pas important in acest domeniu si ar trebui sa fie prioritar.

Bibliografie

www.scribd.com: Ghid Deseuri Constructii si Demolari- Stan Larisa

<https://www.arenaconstruct.ro/cat-de-eficienta-este-reciclarea-betonului/>

<https://e-circular.org/managementul-deseurilor/deseurile-din-constructii-si-exemple-de-bune-practici/>



Sesiunea Națională de Comunicări Științifice Studentești
Cluj-Napoca 13-14 Mai 2022





BETONUL TRANSLUCID

Autor/autori

Mihaela S. MURGULEȚ¹, Nicoleta NEAGU²

¹Facultatea de Construcții, Universitatea Politehnică Timișoara, , [e-mail:mihaela.murgulet@student.upt.ro](mailto:mihaela.murgulet@student.upt.ro) .

²Facultatea de Construcții, Universitatea Politehnică Timișoara, , [e-mail:nicoleta.neagu@student.upt.ro](mailto:nicoleta.neagu@student.upt.ro).

Îndrumător/îndrumători

Conf. Dr. Ing. Cătălin BADEA³

³Facultatea de Construcții, Universitatea Politehnică Timișoara, , [e-mail:catalin.badea@upt.ro](mailto:catalin.badea@upt.ro)

REZUMAT: În ultimii ani, noțiunea de inovare și durabilitate se regăsește tot mai des în activitatea de producție, în toate domeniile de proiectare și inginerie, prin dezvoltarea de noi tehnologii de producție și noi viziuni, care vor ajuta la o mai bună gestionare a forței de muncă, a resurselor și a consumului de energie. Betonul transmisor de lumină, cunoscut și sub numele de beton translucid, este un material de construcție structural revoluționar eficient din punct de vedere energetic datorită rezistenței sale mari, a proprietăților termice scăzute și iluminare. Betonul translucid nu este tocmai transparent, el se bazează pe fibre optice pentru a transmite lumina prin el, păstrând în același timp densitatea, care a făcut din beton piatra de temelie a clădirilor din întreaga lume. Conform platformei Web of Science și Scopus, majoritatea studiilor publicate de-a lungul timpului, în tehnica betonului translucid, indică un interes tot mai mare pentru acest domeniu, datorită rolului inovator de transmisor de lumină naturală care ajută la o economisire a consumului de energie electrică, în ciuda costului ridicat de producție.

Cuvinte cheie: Materiale de construcții, materiale inovatoare, beton translucid, beton transmisor de lumină, fibre optice

1. Introducere

Betonul, un material de construcție tradițional format din apă, nisip, pietriș și ciment, poate fi caracterizat ca fiind insipid, rece, rigid. În noile tendințe în materie de construcții și designul de interior, produsul tradițional nu mai prezintă interes astfel se înlocuiește cu un element nou inovator, în acest caz betonul transparent, ce își bazează unicitatea și particularitatea datorită fibrelor optice (plastic sau sticlă). Folosit ca material de fațadă, în scop estetic, permite luminii să pătrundă în spațiile interioare, reducând nevoia de iluminare [10]. Luminozitatea mediului interior este menținută în întregime de iluminatul artificial, care consumă un număr mare de resurse. Betonul translucid expus unei surse de lumină, transmite lumină pe ambele părți ale lui, ne oferă posibilitatea de a vedea lumini și umbre [13].

Un interes aparte, a avut betonul translucid, printre inginerii indieni care prin experimente, au cercetat estimarea transparenței la nivel și la experimentarea concretă de bază care este rezistența la compresiune. Expus luminii solare sau din sursă artificială, betonul translucid preia, prin intermediul fibrelor optice, lumina din direcția sursei și o transmite, intactă, până în partea cealaltă a zidului de beton [1]. Dacă fibrele sunt așezate în mai multe straturi, atunci crește capacitatea portantă a structurii, dar și impactul estetic este mai puternic. Primul concept de beton translucid a fost prezentat în 2001 de către Aron Losonczi, iar în 2003 a fost fabricat cu succes primul bloc de beton translucid cunoscut sub marca comercială de „LiTraCon” [5], realizat din 96% beton și 4% din greutate fibre optice.



1.2 Generalități

Betonul translucid este inexpressiv ziua, dar poate da valențe noi oricărei clădiri pe timpul nopții, fie prin schimbarea aspectului zidurilor sau impactul luminii din interior, fie prin folosirea pentru semnalistică (logo, firmă luminoasă) - (figura 1).



Figura 1. Firmă luminoasă

Un perete de beton translucid, poate fi folosit atât ca și purtător de sarcină cât și ca element structural, având capacitatea de a transmite lumina, teoretic, până la grosimi de 12 metri, datorită fibrelor optice, fără pierderi de lumină [17]. Datorită modului de dispunere a fibrelor optice, lumina se poate transmite pe toată suprafața zidului, sau sub forme speciale, de la nume de firmă până la contururi de plante și animale.

Culoarea luminii se păstrează și ea, iar umbrele formate pe partea opusă sursei de lumină sunt clar delimitate. Impresia generală este ca grosimea și mai ales greutatea betonului au dispărut cu totul, iar întreaga structură pare ușoară și aerisită, în loc de închisă și greoaie. Orice structură unde au fost încorporate împreună betonul și sticla: transmit lumina, oferind în același timp discreție și suport structural [10].

Fațada din beton translucid, în Aachen, Germania, care își poate schimba culorile grație sistemului de iluminat cu LED-uri [13] (Figura 2)

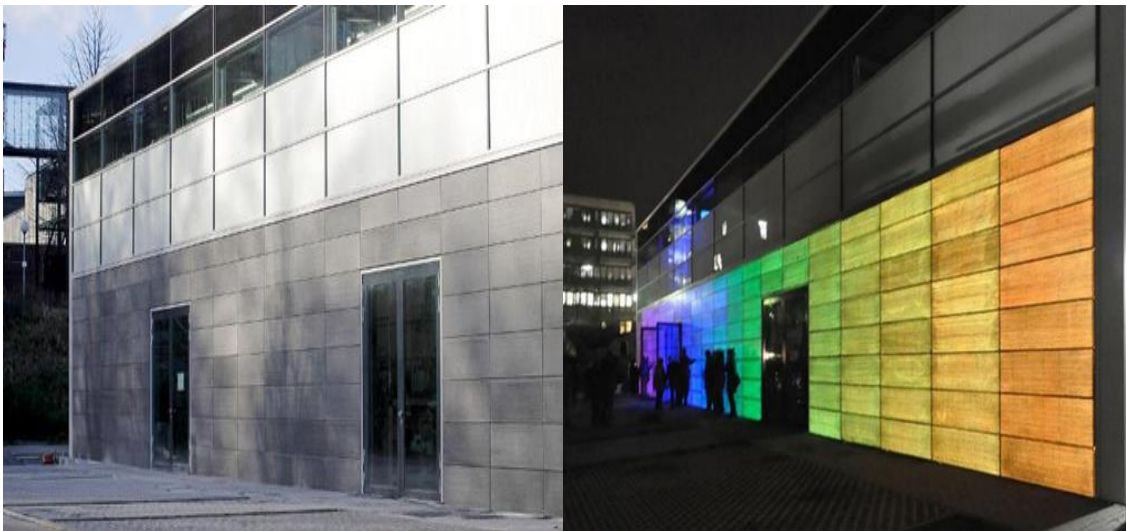


Figura 2. Fațadă din beton translucid (fibre optice), în Universitatea Aachen, Germania [3]



2. Utilizarea betonului translucid

2.1. Caracteristici

Proprietățile betonului transparent sunt aproximativ identice cu ale unui beton convențional, de exemplu M250. Singura diferență este prezența în proporție de 4-5% a fibrelor optice (plastic/sticlă), Densitatea în acest caz variază între 2100-2400 kg/m³, cu o rezistență sporită la apă și îngheț. Este important să se ia în considerare calculul sarcinii pe material, dacă se dorește realizarea ca și structură de rezistență prin adăugarea de aditivi și plastifianți ce măresc/sporesc rezistența mecanică [2].

2.2. Domenii de aplicare

Betonul translucid este fabricat ca blocuri prefabricate și panouri de perete. Prin urmare, utilizarea betonului translucid nu este încă aplicată pe scară largă.

- ❖ Estetic – deși este un material de construcții, poate fi folosit ca și material decorativ în galerii, muzee, proiecte de artă [10]
- ❖ Iluminare - în funcție de capacitatea betonului translucid de a transmite lumina în spațiile interioare precum clădirile de învățământ [10]
- ❖ Iluminare - perete exterior al unei scări interioare, permite luminii soarelui să pătrundă în spațiul interior și astfel poate fi o soluție bună în timpul evacuării clădirilor în situații de urgență și pene de curent [10]
- ❖ Iluminare - utilizării panourilor de beton translucid în fațade sau tavane ajută la reducerea costurilor de iluminat, pentru a îndeplini cerințele de mediu și arhitectură ecologică, unde betonul translucid poate fi utilizat ca mijloc de a reduce consumul de energie prin scăderea cererii de iluminare [10]
- ❖ Iluminare - utilizării betonului translucid în marcatorele de benzi rutiere pentru iluminatul rutier: iluminarea trotuarelor pe timp de noapte, iluminarea denivelărilor industriale, iluminarea tunelurilor rutiere [13]
- ❖ Sustenabil - utilizarea acestuia ca material ușor poate reduce sarcina moartă asupra structurii structurale a clădirilor [10]

Deși domeniul de aplicabilitate este foarte mare și prezintă interes, betonul translucid nu este destinat utilizării ca material principal în structura de rezistență.

Perspectiva utilizării sale este de a crea elemente decorative în diferite compoziții arhitecturale, prin crearea de obiecte de design de stradă și decorațiuni interioare.

2.3. Compoziție

Fibra optică are un impact foarte mare asupra transparenței betonului. În marea majoritate a cazurilor, pe baza unor parametri specifici procentul fibrelor optice (fibre utilizate în rețele de telecomunicații) în betonul translucid nu trebuie să depășească 4-5% din compoziția sa, deoarece în cazul fibrelor optice de sticlă (diametru < 100 μm) sau fibrelor optice din plastic (diametru < 2,5 mm), care acționează ca un agregat împreună cu celelalte componente care stau la baza betonului translucid, rezultă rezistența mecanică și durabilitate, astfel putând fi utilizat ca și betonul obișnuit. În producție, se poate forma un volum mai mare selectând un diametru mai mare și un număr mai mic de fibre optice care asigură aceeași zonă în loc de o multitudine de fibre optice mici [16].

Fibrele optice, sunt inserții polimerice transparente care au calitatea de a filtra lumina și, în același timp, de a garanta soliditatea și izolarea blocului de beton transparent.



Lumina în fibra optică este transmisă conform teoriei „Full reflectance”, care este cel mai bine descrisă de „legea Snell” (cunoscută și sub denumirea de legea Snell-Descartes și legea refracției este o formulă utilizată pentru a descrie relația dintre unghiurile de incidență și de refracție, atunci când se referă la lumină sau alte unde care trec printr-o graniță între două medii izotrope diferite, cum ar fi ca apa, sticla sau aerul - Willebrord Snellius, astronom și matematician olandez) [18]. Regulile de refracție, prezentate în Figura 3, considerând lumina ca o rază care călătorește prin miezul fibrei, atunci transmiterea acesteia printr-un ghid de undă optic (structură fizică care ghidează undele electromagnetice în spectrul optic incluzând fibre optice și ghiduri de undă dielectrice transparente din plastic și sticlă) poate fi descris ca și fenomen denumit Reflecția Internă Totală (TIR) [18]. Lumina lansată în miezul fibrei cu un unghi incident (θ_i) poate să fie reflectată de interfața miez/placă și propagată complet în miez numai dacă unghiul de reflecție în raport cu normala este mai mare decât unghiul critic (θ_c), în caz contrar, lumina poate scăpa de limitele de bază. Dacă diametrul miezului este mic atunci în fibra optică se poate propaga doar un singur mod (fibra se va numi fibra optică monomod) [13]. Pe măsura ce diametrul fibrei se mărește se pot propaga din ce în ce mai multe moduri (figura 4).

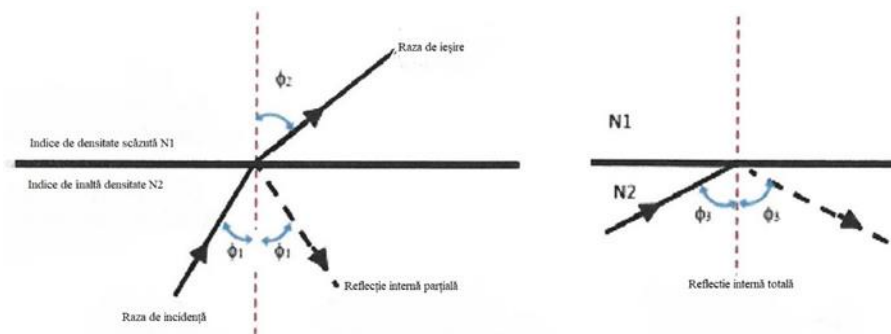


Figura 3. Diagrama razelor de lumină

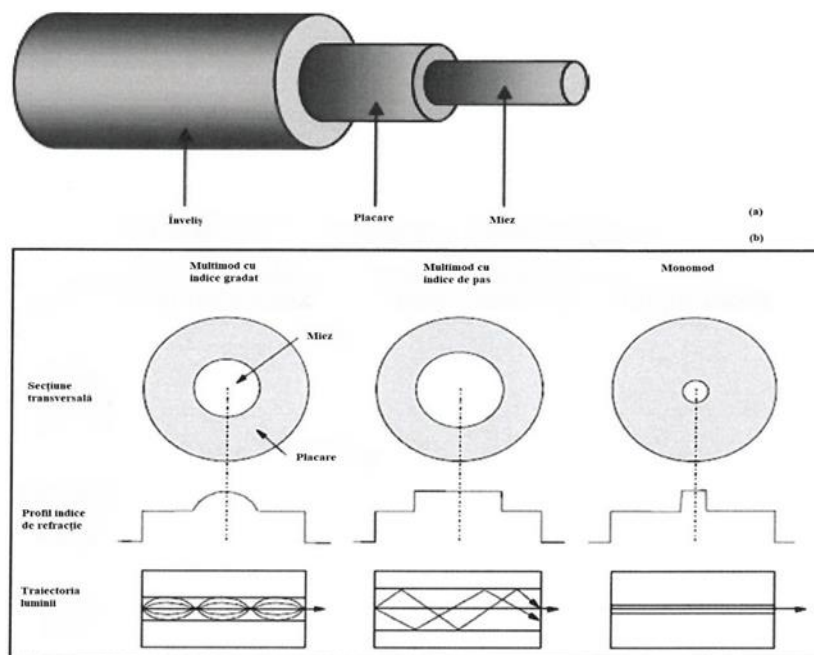


Figura 4. (a) Structura fibrei optice (b) Dispersia fibrelor și dispersia modală



2.4. Tehnologia de fabricație

Luând în considerare modul de preparare și compoziția betonului clasic, prin adăugarea toroanelor de fibre optice pentru armare, inclusiv diverși lianți/agregate se pregătește întâi cofrajul mobil la dimensiunile dorite [10].

Se toarnă în aceste cofraje prefabricate, betonul fin vibrat împreună cu o “plasă” de fibre optice, și se așează în straturi în timpul procesului de fabricare.

După întărire, cofrajul se demontează, iar suprafața acestuia este tratată cu o soluție specială și lustruită pe direcția perpendiculară a fibrelor optice dispuse, ceea ce permite obținerea proprietăților necesare conducerii lumini. [13]

Pentru a transfera lumina în grosime, capetele fibrelor optice ies din suprafața betonului armat.

Datorită cofrajelor mobile, monolitul poate fi tăiat în blocuri individuale de dimensiuni și formă dorită.

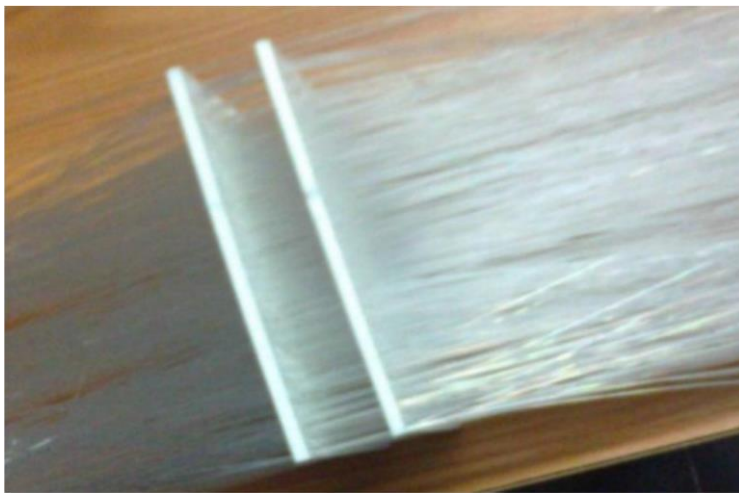


Figura 5. Dispunderea fibrelor optice [13]

Tabel 1. Conținut beton translucid

Articol	Ciment	Nisip	Apă	Cenușă zburătoare	Reductor de apă
Calitate (g)	302	523	114	85	2,5

Tabel 2a. Proprietățile betonului translucid

Tipul de materiale	Testul parametrilor de transmisie	Densitatea (g/cm ³)	Propr. mecanice
Sticlă	80%	2,50	Fragil
POF	93%	1,18	Incasabil
Rășină poliesterică nesaturată	94%	1,55	Incasabil

Tabel 2b. Proprietățile betonului translucid

Tipul de materiale	Performanța procesului	Conductivitate termică	Preț/dm ³
Sticlă	Formare termică	1,10	5 \$/dm ³
POF	Formare termică	0,19	32 \$/dm ³
Rășină poliesterică nesaturată	Turnare la temperatură normală	0,16	6 \$/dm ³



Prin utilizarea echipamentelor de producție autoproiectate, procesul tehnologic rezultat din combinarea rășinei transparente și a mortarului autocompactant, s-a caracterizat printr-un cost de producție scăzut și o eficiență ridicată a producției. Proprietățile de transmitere a luminii au fost măsurate cu ajutorul unui contor de putere optic, rezultând o transmisie excelentă a luminii cu o grosime de 100 mm, care poate fi de până la 93%, iar transmisia luminii a fost de 60% cu grosime depășind 100 mm [16].

Rezistența la compresiune scade odată cu creșterea conținutului de rășină. Când raportul suprafeței a fost de 5%, rezistența la compresiune a betonului cu rășină a fost apropiată de betonul simplu. Performanță termică excelentă, astfel încât conductivitatea termică $0,3815 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$, care a fost cu 60% mai mică decât $0,89 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ de beton simplu [10].



Figura 6. Matriță rășină [15]

2.5. Alte caracteristici

Materialul luminos are următoarele caracteristici [4]:

- ❖ rezistența: compresiune în intervalul 20-35 MPa;
- ❖ densitate $2300 \text{ kg}/\text{cm}^3$;
- ❖ conductivitatea termică $2,1 \text{ W}/(\text{mK})$;
- ❖ rezistența la îngheț până la F75;
- ❖ rezistențe la apă W4-W8;
- ❖ proprietăți de izolare fonică 46 dB;
- ❖ absorbție de apă în limita a 6%.

Betonul transparent pe lângă aspectul unic, prezintă și următoarele caracteristici:

- ❖ rezistența mecanică ridicată;
- ❖ rezistența la apă;
- ❖ izolație termică;
- ❖ izolație fonică;
- ❖ posibilitate de auto-fabricare.

Datorită fibrei de sticlă inclusă în compoziție, materialul primește un efect de întărire, care sporește caracteristicile sale:

- ❖ rezistență la tracțiune;
- ❖ rezistența la îngheț;
- ❖ rezistența la încovoiere;
- ❖ rezistența la compresiune.



Datorită rășinei inclusă în compoziție, care deși este un slab conductor de căldură, prezintă o performanță termică bună, partea de conectare nu numai că poate conecta ramurile de ghidare a luminii într-un întreg, ci și împiedică transferul de căldură [15].

Nagdive și Bhole [6] au considerat că prin particularitatea fibrelor optice plastice, cantitatea de lumină transmisă prin eșantion este direct proporțională cu raportul dintre volumul POF și beton. Astfel, grosimea elementelor este mai puțin semnificativă cu condiția ca direcția de amplasare a POF-urilor se afla aproximativ la un unghi de 90°. POF-urile nu pot refracta în niciun punct, deoarece își pierd capacitatea de a transmite lumina.

Mahadikhani și Bayanti [7] au explicat utilizarea OF în diferiți senzori: de stres și temperatură, precum și monitorizarea punților. Pot fi folosiți în mod productiv pentru monitorizarea structurilor, au capacitatea de a avertiza împotriva defecțiunilor iminente. Senzorii cu fibră optică demonstrează o sensibilitate și o excepțională precizie în măsurarea deformării medii, a tensiunii și a temperaturii în structuri.

Kurpińska [8] a studiat tehnicile de fabricație, prin producerea eșantioane care includ POF-uri având 0,7–1,2 mm diametru și 2,5% densitate. Argumentând că densitatea menționată a făcut posibilă o conductanță calitativă a luminii, unde grosimea elementului este irelevantă, iar rezistența la compresiune a blocurilor LTC a variat între 50-80 MPa.

3. Concluzii

Betonul transmisor de lumină sau translucid, deschide noi oportunități pentru construcția și finisarea clădirilor, prin varietatea unică și inovatoare ca material de construcție în ceea ce privește conceptul inedit de „Arhitectură verde”, în proiectarea clădirilor inteligente prin impactul pe care îl creează asupra energiei electrice, a căldurii și a eficienței energetice [13].

Principalul avantaj al betonului translucid pe lângă combinația de caracteristici mecanice corespunzătoare caracteristicilor betonului ușor și valențe estetice, este și conceptul de economisire a energiei verzi cu utilizarea caracteristicilor de auto-deteție ale materialelor funcționale [13].

În domeniul izolării fonice a betonului translucid, există puține sau deloc cercetări, ceea ce duce la necesitatea studiilor experimentale în acest domeniu, în ceea ce privește extinderea domeniului de aplicare a betonului translucid [11].

Dezavantajul betonului translucid este prețul ridicat datorită costurilor de materie primă, precum și a forței de muncă calificată, astfel încât nu este utilizat în mod curent ca material pentru elementele structurale ale unei clădiri.

Cu toate acestea, dacă este utilizat în scopuri decorative, se poate obține efecte impresionante [13].

BIBLIOGRAFIE

1. <https://gameasphalt.ru/ro/prozrachnyi-beton-kak-sdelat-prozrachnyi-beton-tehnologiya-proizvodstva-primenenie-neobychnogo-mater/>
2. Lack of Charm, Construction <https://ro.delachieve.com/beton-tranlucid-tehnologia-de-productie/>
3. Marketresearchengine.com <https://ro.pinterest.com/pin/306033737181366442/>
4. O.Danyushkina, mmnt.ru <https://24segodnya.ru/en/cvet/chto-takoe-svetoperedayushchii-beton-prozrachnyi-beton---noveishaya/>
5. Litracon, <https://ifworlddesignguide.com/entry/37804-litracon> 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).
7. Nagdive, N.; Bhole, S. To evaluate properties of translucent concrete. Int. J. Eng. Innov. Technol. 2013, 1, 23–30



8. Mahadikhani, M.; Bayanti, Z. Application and development of fiber optic sensors in civil engineering. In Proceedings of the 14th World Conference on Earthquake Engineering, Beijing, China, 12–17 October 2008; pp. 12–17.
9. Kurpin' ska, M. Moz' liwos' ciwykorzystaniabetonu; Politechnika Gdan' ska, Wydział Inz' ynierii La, doweji S' rodowiska: Gdan' sk, Poland, 2013
10. Bhavin, K.K., Dr. Jayeshkumar, P., Dr. Bhavnaben, K. Shah https://www.researchgate.net/publication/281178431_A_STUDY_ON_CONCEPTUAL_APPROACH_TO_ZERO_ENERGY_BUILDING_IN_MODERN_ERA, 2013
11. D. Elghezanwy, S. Eltarabily Translucent Concrete as a New Innovative Material in Architecture <http://www.hrpub.org>, 2020
12. A. Wahane, A. Kumar, Sahu Dikesh, Jain Shankar, R. https://www.researchgate.net/publication/357898979_Experimental_Study_on_Translucent_Concrete, 2022
13. Dr. Jayeshkumar Pitroda https://www.researchgate.net/publication/283892677_LET_THERE_BE_LIGHT, 2015
14. I. Lumar, S. Lumar, P. Savva, A. Theodosiou, M. F. Petrou, D. Nicolaidis Light Transmitting Concrete: A Review MDPI, 2021
15. P. Subathra, S. P. Sangeetha <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/2040/1/012056> Performance of Pellucid Concrete by using Optical Fibers, 2021
16. Shen Juan and Zhou Zhi Preparation and Study of Resin Translucent Concrete Products Hindawi Advances in Civil Engineering, Volume 2019, Article ID 8196967, 12 pages <https://doi.org/10.1155/2019/8196967>
17. A. Güneş, G. Gaye, B. Gaye, B. Ugur, C. Ugur, C. Mustafa, K. Mustafa, Kucuktuvek https://www.researchgate.net/publication/338385649_Design_and_Engineering_Sustainability_Innovation_and_Production, 2019
18. Anirudha, https://www.researchgate.net/publication/354507564_To_Study_the_Mechinical_Properties_of_Translucent_Concrete, 2021
19. I. Tekin, https://www.researchgate.net/publication/336680398_Effect_of_Optical_Fiber_Amount_on_the_Light_Transmittance_of_Structural_Lightweight_Transparent_Concrete_Wall_Elements, 2019



CENUȘA ZBURĂTOARE DE TERMOCENTRALĂ – UTILIZĂRI ÎN INDUSTRIA CONSTRUCȚIILOR

Autor/autori

N. NEAGU¹, M.S. MURGULEȚ²

¹Facultatea de Construcții, Universitatea Politehnică Timișoara, , [e-mail:nicoleta.neagu@student.upt.ro](mailto:nicoleta.neagu@student.upt.ro)

²Facultatea de Construcții, Universitatea Politehnică Timișoara, , [e-mail:mihaela.murgulet@student.upt.ro](mailto:mihaela.murgulet@student.upt.ro)

Îndrumător/îndrumători

Conf. Dr. Ing. C. Badea³

³Facultatea de Construcții, Universitatea Politehnică Timișoara, , [e-mail:catalin.badea@upt.ro](mailto:catalin.badea@upt.ro)

REZUMAT: *Cenușa zburătoare de termocentrală reprezintă un factor important al poluării mediului din timpul vremurilor pe care le trăim, deoarece aceasta contaminează apa și solul vegetal cu metale grele. Utilizarea cenușii fiind limitată în România (cca 5%), iar restul de 95% din volumul de cenușă necesită stocarea acesteia pe suprafețe de teren mari. Valorizarea deșeurilor din cenușă reprezintă o multitudine de impedimente ale aspectelor, precum ar fi aspectul ecologic și tehnico-economic. Acest tip de cenușă, și anume, cenușa de termocentrală este folosită în industria cimentului, în materialele de construcții (clădiri, agregate ușoare, cărămizi, etc.) sau ca și material de umplutură. Cenușa produsă de termocentrală reprezintă unul dintre deșeurile principale ce se pot utiliza în domeniul construcțiilor. Șlamul dens utilizat este un amestec de apă și cenușa zburătoare în proporție de 1:1, realizat de o instalație specială existentă la COLTERM SA Timișoara.*

Cuvinte cheie

Cenușă zburătoare de termocentrală, Șlam dens, Beton, Protecția Mediului, Sustenabilitate, materiale noi de construcții

1. Introducere

În ultimii anii construcțiile au prins amploare, putem obseva, mai ales, în mediul urban șantierele care au devenit din ce în ce mai multe. Orașele sunt în plină dezvoltare, de aceea avem nevoie ca procesele de fabricare ale materialelor de construcții să fie unele bazate pe ecologie și sustenabilitate. Cenușa de termocentrală în cantități destul de mari este obținută, ca și exemplu, de la termocentralele din Rovinari și Turceni, care aparțin județului Gorj (Complexul Energetic Oltenia- CEO), iar cenușa ușoară este obținută din centrala de la Timișoara.

Din punct de vedere chimic, cenușa este obținută din: silice, alumină și oxid de fier (Fe_2O_3). În beton, cenușa va acționa ca și un material de umplutură (reprezentând o componentă fizică), iar ca și componentă chimică, aceasta va participa la reacția de hidratare a cimentului, formând pasta de ciment. Un rol important fiind hidratarea cimentului. Cenușa utilizată în compoziția betonului, reduce cantitatea de nisip.

Un exemplu important sunt structurile rutiere cu învelișuri din beton de ciment supuse unor condiții dificile de solicitare, datorită traficului cât și al acțiunii factorilor climatici, ce impun o atenție sporită din partea constructorilor de drumuri. Betoanele de ciment utilizate la realizarea îmbrăcămintilor rutiere se caracterizează prin proprietăți impuse de natura condițiilor în care lucrează astfel: rezistența mare la încovoiere și șoc, contracții mici, permeabilitate scăzută, rezistențe la umiditate și gelivitate, modul de elasticitate relativ ridicat și uzură prin frecare redusă.



2. Descriere

Cenușa zburătoare sau cenușa de combustibil pulverizat, este un residuu (compus din particule sferice sticloase) rezultat din arderea de cărbune în centralele electrice. O caracteristică importantă o reprezintă activitatea puzzolanică, capacitatea de reacționare cu varul (hidroxid de calciu și apă), produsul format sunt compuși de ciment. [1]

Probleme de mediu: contaminarea cu metale grele a terenurilor și a apei, cele mai vaste terenuri ocupate, dispersarea cenușii zburătoare de vânt. Această situație reprezintă o problemă care preocupă întreaga lume, în special pentru valorificarea acestor deșeuri industriale. Cenușa zburătoare care are proprietăți hidraulice și utilizarea pentru producerea materialelor de construcție va proteja mediul.

De exemplu, nămolul este un amestec semilichid, de obicei din particule fine de gunoi de grajd, ciment sau cărbune suspendate în apă. Astfel nămolul dens se obține prin amestecarea de cenușă zburătoare și apă, produsul obținut fiind o pastă densă cu o densitate de $1,36 \text{ g/cm}^3$ (cu cantitate mica de apa), cu o rezistență la compresiune între $1-5 \text{ N/mm}^2$.

Aplicații și utilizări, inclusiv: [1]

- ✚ Beton - îmbunătățește fluiditatea și lucrabilitatea sa
- ✚ Baraje
- ✚ Umplere fluidă – mixtura fierbinte de asfalt, datorită formei sferice și a distribuției mărimii particulelor
- ✚ Minele
- ✚ Gropile de gunoi
- ✚ Beton geopolimer

Stabilizarea solului și a bazei drumurilor - capacitatea cenușii zburătoare de a crește lucrabilitatea amestecului, reducând necesarul de apă, o face un produs excelent de înlocuire a cimentului [3]

Umplutură structurală / autostrăzi– datorită consistenței și abundenței în multe zone de pe mapamond.

Componentă / calitate	- Cărbune -	- intermediar -	- Lignit -
<u>SiO₂</u>	20 - 60%	40 - 60%	15 - 45%
<u>Al₂O₃</u>	5 - 35%	20 - 30%	20 - 25%
<u>Fe₂O₃</u>	10 - 40%	4 - 10%	4 - 15%
<u>CaO</u>	1 - 12%	5 - 30%	15 - 40%
<u>MVS</u>	0 - 15%	0 - 3%	0 - 5%

Tabel 1. Compoziția cenușii zburătoare

Cenușă zburătoare de clasa C - derivat din cărbune (lignit tânăr sau cărbune sub-bituminos), pe lângă proprietățile pozzolanice, are și proprietăți intrinseci de autocimentare. În prezența apei, acestea se întăresc și formează un substrat care se întărește în timp prin cristalizare. Adesea sunt folosite la umplerea tranșeelor (cu anumite riscuri de poluare pentru pânza freatică în cazul fluctuației acestora). [5]

Cenușă zburătoare de clasa F – prin arderea antracitului sau cărbunilor bituminoși de calitate slabă, poate înlocui pozzolanii naturali dacă conțin mai puțin de 7% var (CaO). Având proprietăți pozzolanice, silice vitroasă și alumina, acestea necesită doar un agent de cimentare (de exemplu: ciment Portland, var rapid sau var hidratat amestecat cu apă) pentru a reacționa și a produce compuși cimentari. Dacă se adăugă un activator chimic (silicatul de sodiu) poate forma și un geopolimer. [5]

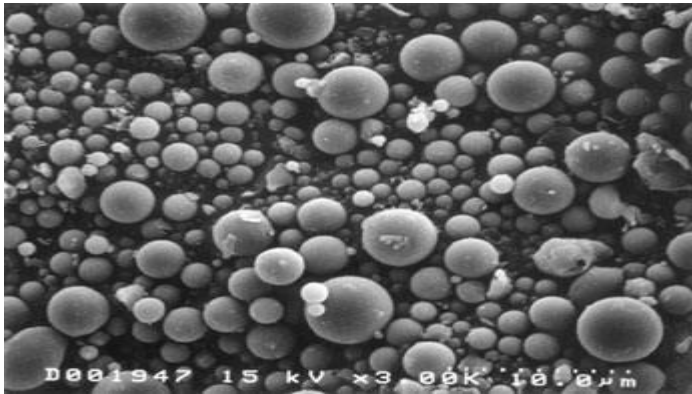


Figura 1. Particule de cenușă zburătoare la o mărire de 2.000x

Proprietăți: îmbunătățește lucrabilitatea, pompabilitatea, coeziunea, finisajul, rezistența maximă și durabilitatea betonului.

Avantaje: creșterea duratei de viață a drumurilor și structurilor din beton prin îmbunătățirea durabilității betonului, reducerea consumului de energie și a gazelor cu efect de seră, reducerea cantității de produse de ardere a cărbunelui care trebuie aruncate în gropile de gunoi și conservarea altor resurse și materiale naturale. [2]

Dezavantaje: avantajul principal al cenușii zburătoare este permeabilitatea redusă la un cost scăzut, dar cenușa zburătoare de proastă calitate poate crește de fapt permeabilitatea. Durabilitatea îngheț-dezgheț a betonului este dată de cantitatea de aer, iar conținutul ridicat de carbon din anumite produse de cenușă zburătoare absoarbe unii agenți de antrenare ai aerului, reducând astfel cantitatea de aer produsă în beton, făcând betonul susceptibil la deteriorarea înghețului. [4]

Badea C. și colegii au realizat materiale de construcții pe bază de cenușă zburătoare de termocentrală (în stare uscată) obținând o rezistență la compresiune de 10-20 N/mm². [6]

3. Studiu de caz

În cercetarea experimentală se dorește utilizarea șlamului dens de termocentrală în industria materialelor de construcții.

Șlam dens = amestec de apă și cenușa în proporție de 1:1. Amestecul este realizat de o instalație specială existentă la COLTERM SA Timișoara.

Tehnologie de realizare a materialelor de construcție cu cenușă zburătoare [7]:

- amestecarea șlamului dens și ciment;
- probele s-au păstrat în cutii umede, cu testare la 7 și 28 zile;
- probe prismatice de dimensiuni 40x40x160 mm;
- compoziție: liant 5%, 10%, 15% și 20% ciment (C).

LOT	Șlam dens [%]	Ciment [%]
Serie 1 C5	97.22	2.78
Serie 2 C10	94.44	5.56
Serie 3 C15	91.66	8.34
Serie 4 C20	88.88	11.12

Tabel 2. Compoziții materiale de construcție cu nămol dens



Lot	Densitate aparentă ρ_a , [kg/m ³]		Rezistență la tracțiune f_{ct} , [N/mm ²]		Rezistență la compresiune f_c , [N/mm ²]	
	7 days	28 days	7 days	28 days	7 days	28 days
Serie 1 C5	1039	1010	0.23	0.37	0.87	1.79
Serie 2 C10	1086	1047	0.36	0.62	1.12	3.01
Serie 3 C15	1103	1098	0.84	0.97	1.89	4.14
Serie 4 C20	1186	1142	1.02	1.55	2.21	5.22

Tabel 3. Caracteristici fizice și mecanice

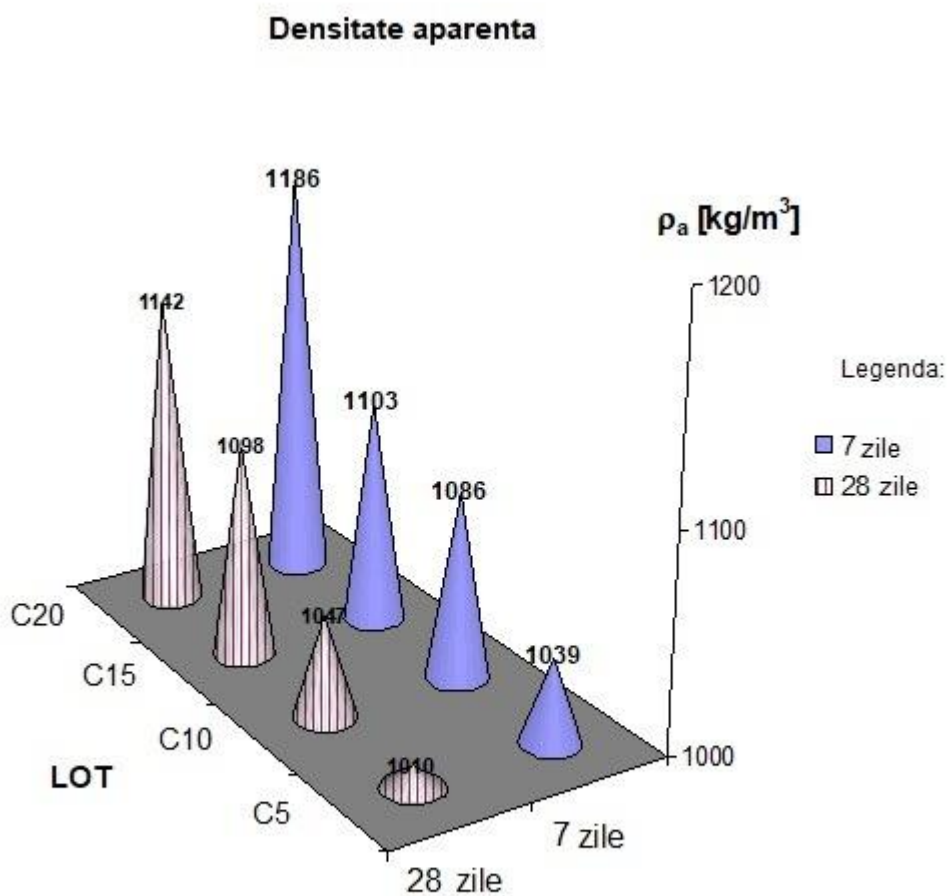


Figura 2. Densitate aparentă

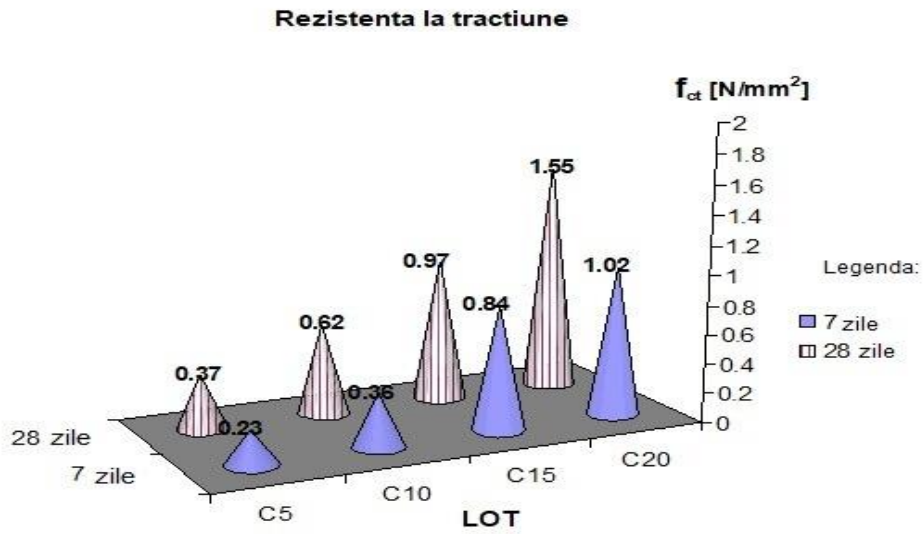


Figura 3. Rezistența la întindere din încovoiere

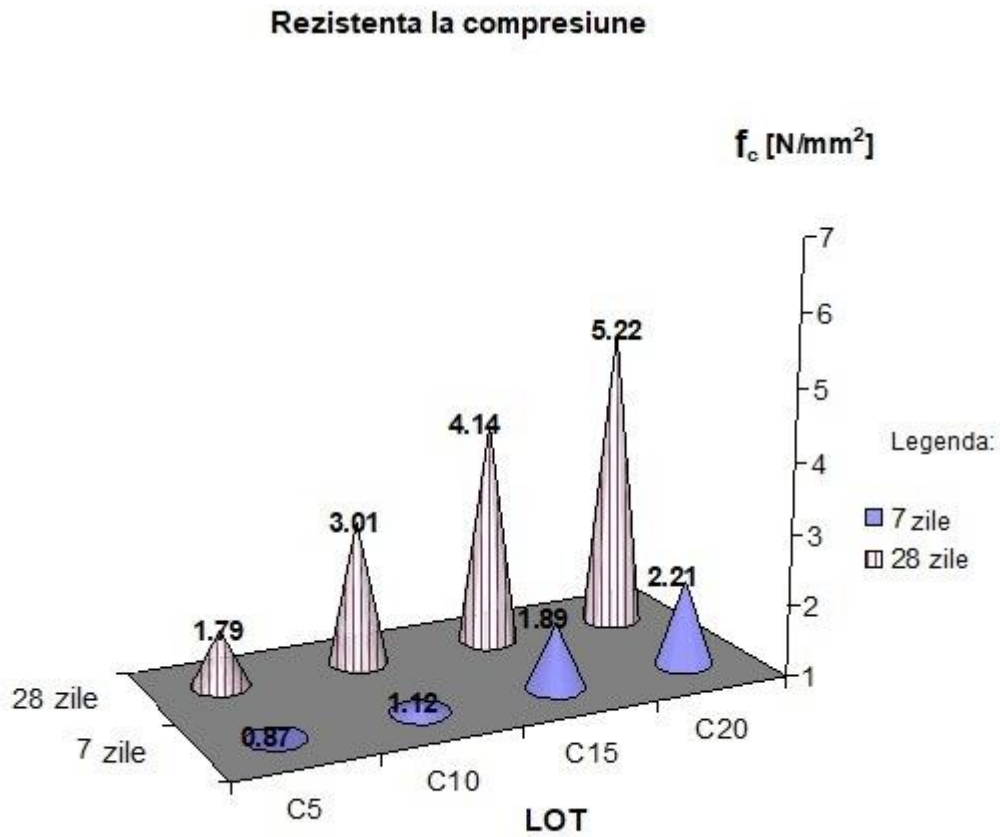


Figura 4. Rezistența la compresiune



Cost, EURO		UM	Preț/UM	Cantitate	Preț
1. Materii prime	Ciment	bag 50 kg	3.9	2.54	9.906
	Slam dens	m ³	2.2	0.89	1.958
TOTAL:					11.86
2. Energie				5%	0.59
3. Muncă manual directă					2.7
4. Muncă manual indirectă				13%	1.54
5. Echipament					0.5
TOTAL 1:					17.20
6. Profit			mc	10%	1.72
TOTAL 2:					18.92
7. TVA			mc	19%	4.54
TOTAL:					22.51

Tabel 4. Studii Financiare Informaționale Seria 4 C20

4. Concluzii

Densitatea aparentă la 28 de zile pentru diferite loturi, prezentată în tabelul 3, are valori cuprinse între 1010 kg/m³ și 1142 kg/m³ (figura 2) care au încadrat materialele din categoria mortarelor ușoare sau bloc ușor pentru zidărie. Cele mai mari valori ale rezistenței mecanice se obțin pentru lotul cu procent maxim de ciment: 20%. [7]

Prin utilizarea cenușii zburătoare la material pentru infrastructura rutieră se vor obține avantaje importante precum:

- economie mare (in jur de 40-45%);
- o bună protecție a mediului;
- materialele durabile.

Eficiența tehnică, eficiența termică, eficiența economică și au fost stabiliți indicii de sustenabilitate pentru materiale noi, materiale de construcție clasice și materiale de referință. Astfel au luat naștere, noi, materiale de construcții cu o economie de 20% - 25% .

BIBLIOGRAFIE

1. <https://www.corrosionpedia.com/definition/1624/fly-ash>
2. <https://www.fhwa.dot.gov/pavement/recycling/fach01.cfm>
3. <https://ashcor.atco.com/en-ca/about-ash.html>
4. <https://precast.org/2010/05/using-fly-ash-in-concrete/>
5. https://ro.frwiki.wiki/wiki/Cendre_volante
6. C. Badea, L. Iures, I. Balcu, S. Dan, *BUILDING MATERIALS REALIZED WITH FLY ASH, 12th International Multidisciplinary Scientific GeoConference (SGEM), Albena, Bulgaria, 2012.*
7. L. Iures, C. Badea, I. Balcu, *BUILDING MATERIALS REALISED WITH DENSE SLURRY FROM FLY ASH, 12th International Multidisciplinary Scientific GeoConference (SGEM), Albena, Bulgaria, 2012*

PREMII

Premiul	Numele și prenumele autorului/autorilor	Instituția de învățământ	Titlul lucrării	Îndrumător / îndrumători	Punctaj mediu (din 100)
1	David BERENDE Alexandru BERINDE Andra BĂRAȘ Alexandru Iulian BELECCIU	UTCN Facultatea de Construcții	Beton fosforescent	Ioan ȘOȘA	85,29
2	Alexandru BERINDE Diana BICEAGA Sabina BILIC-IEREMIE	UTCN Facultatea de Construcții	Beton translucid	Ioan ȘOȘA	83,00
3	Raluca Claudia CRĂCIUN Raul-Beniamin AVRAM	UTCN Facultatea de Construcții	Termoizolarea clădirilor din CLT cu vată minerală de sticlă	Luminița PLEȘA	82,14
Mențiuni	Mihaela Simina MURGULEȚ Nicoleta NEAGU	UPT Facultatea de Construcții	Betonul translucid	Cătălin BADEA	80,00
	Maria Letizia DALL'ARA Alexandra DAVID	UTCN Facultatea de Construcții	Materiale de construcție cu proprietăți de auto-vindecare	Luminița PLEȘA	79,86



Comisia 2

„Ingineria instalațiilor - II”

- 1. Conf. dr. ing. Carmen MÂRZA - președinte**
2. Conf. dr. ing. Ancuța ABRUDAN
3. Șef lucr. dr. ing. Anca HOȚUPAN
4. Șef lucr. dr. ing. Călin CIUGUDEAN
5. Student Denisa CĂRMĂZAN
6. Student Vlad BOBOȘ



UTILIZAREA SISTEMELOR FOTOVOLTAICE ÎN ALIMENTAREA CU ENERGIE ELECTRICĂ A REFUGIILOR

Autor/autori

Turean Răzvan-Nicolae

Facultatea de Inginerie a Instalațiilor, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Cluj Napoca,
[tureanrazvan7@gmail.com](mailto:turanrazvan7@gmail.com)

Îndrumător

S.L.Dr.Ing. Ciugudeanu Calin Nicolae

³Facultatea de Inginerie a Instalațiilor, Universitatea Tehnică Cluj-Napoca, , e-mail:calin.ciugudeanu@campus.utcluj.ro

REZUMAT: În prezenta lucrare sunt prezentate particularitățile instalațiilor de alimentare cu energie electrică pentru refugii montane situate la altitudini de peste 2000 de metri altitudine. Alimentarea acestor refugii cu energie electrică crește semnificativ siguranța și confortul utilizatorilor, oferind tot o dată posibilitatea montării unei camere web pentru transmiterea de imagini/date live.

Amplasamentul acestor refugii dar și condițiile meteo la care acestea sunt supuse, implică un efort deosebit în găsirea celei mai bune soluții tehnice. Cu ajutorul sistemelor fotovoltaice alimentarea cu energie electrică nu mai este o problemă. Rămâne de analizat eficiența și protejarea acestor instalații în timp datorită condițiilor meteo climatice dificile. O atenție deosebită a fost acordată bateriilor de stocare a energiei electrice care sunt influențate de temperaturile scăzute din sezonul rece. A fost simulată energia electrică produsă de sistemul fotovoltaic propus a fost simulată cu ajutorul soft-ului Uniuni Europene PVGIS versiunea 5.1. Ca și studiu de caz este prezentată viitoarea instalație electrică a noului refugiu Scara din muntii Fagaraș, amplasat la altitudinea de 2146 m.

Cuvinte cheie

fotovoltaic; instalații electrice; radiație solară; electricitate;

1. Introducere

Un refugiu montan (sau o cabană) este o clădire situată în munți și e destinată să ofere adăpost și, eventual, hrană pentru alpiniști și excursioniști. Aceste refugii au fost construite datorită activității ridicate a sporturilor montane din munți și a densității traseelor, există multe refugii în zona munților Fagaraș dar puține dintre acestea oferă un minim de energie electrică.

Alimentarea cu energie electrică a acestor refugii a devenit posibilă cu ajutorul sistemelor fotovoltaice care au primit multă atenție în ultimii ani datorită capacității acestora de conversie a energiei solare în energie electrică.

Generarea de energie solară este mai eficientă la altitudini mari decât la nivelul mării, ca urmare a nivelului crescut de expunere la radiația solară, ceea ce aduce la o creștere a tensiunii de ieșire generate. Cu toate acestea, panourile solare ar trebui montate mult mai abrupt decât cele situate la altitudini mici pentru a beneficia de reflexie care în mod convenabil împiedică zăpada să se depună pe sistem.

Deși vremea rece nu va avea un impact negativ asupra performanței unui panou solar, alți factori, cum ar fi zăpada, ar putea influența nivelul total de producție de energie. Chiar dacă sistemul nostru se afla într-o regiune de munte unde se așteaptă zăpadă din abundență, acest lucru nu înseamnă că panoul solar nu va fi eficient.

Impactul total se va reduce la cantitatea de zăpadă care s-a acumulat deasupra panoului solar. Dacă vorbim despre un strat subțire, razele UV ale soarelui pot pătrunde în continuare printr-o



cantitate mică de zăpadă, care va fi împrăștiată de vânt. În schimb, nivelul de producție poate scădea dacă se acumulează prea multă zăpadă.

În concluzie, energia solară funcționează iarna. Nu la fel de eficient ca în lunile de vară, dar este totuși suficient pentru a fi o sursă mai mult decât viabilă de energie regenerabilă. Energia solară poate fi o sursă excelentă de energie pentru orice construcție. Energia solară este nu doar regenerabilă, ci și durabilă și crește în popularitate de la an la an [3].

1.1 Transformarea energiei solare în energie electrică

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. 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). 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 generat 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 lovește 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 încărcăți pozitiv și negativ, îmbinați împreună pentru a crea un câmp electric. [2]

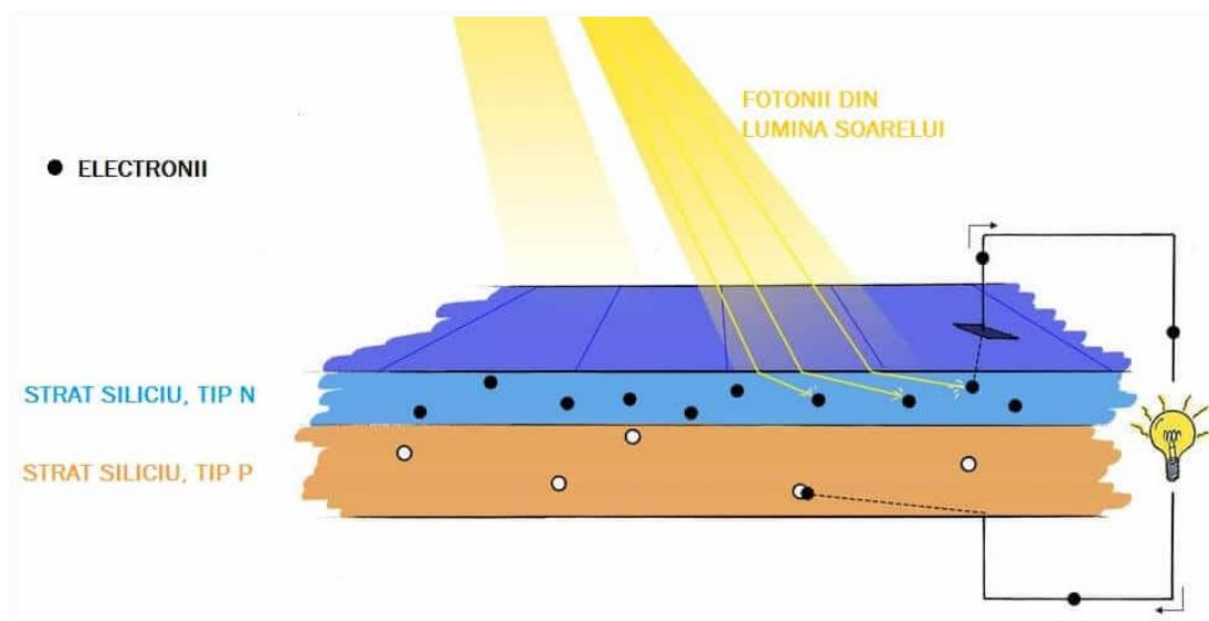


Figura.1 Formarea câmpului magnetic [2]

Acest câmp electric forțează electronii în derivă să curgă într-o anumită direcție către plăcile metalice conductoare care căptușesc celula. Acest flux este cunoscut ca un curent de energie, iar puterea curentului determină câtă energie electrică poate produce fiecare celulă. Odată ce electronii liberi lovesc plăcile metalice, curentul este apoi direcționat în fire, permițând electronilor să curgă așa cum ar face-o în orice altă sursă de generare electrică (vezi Figura 1).

Grosimea totală a unei celule fotovoltaice este de cca. 0,3 mm, iar grosimea stratului n, este de cca. 0,002mm. Uzual, deasupra electrodului negativ al celulei fotovoltaice, se amplasează



un strat antireflexie, cu rolul de a împiedica reflexia radiației solare incidente pe suprafața celulei electrice solare, astfel încât o cantitate cât mai mare de energie să fie transferată electronilor de valență din cele două straturi semiconductoare. Celulele fotovoltaice au dimensiuni uzuale de 10x10cm și mai recent de 15x15 cm [1, 2]

1.2 Caracteristici și componente ale unei instalații fotovoltaice

Un panou fotovoltaic are următoarele caracteristici:

- tensiunea de mers în gol,
- tensiunea de la bornele celulei,
- intensitatea curentului la scurt circuit,
- tensiunea în punctul optim de funcționare,
- curentul în punctul de putere maximă,
- puterea maximă,
- randamentul celulei solare,
- coeficient de modificare a puterii cu temperatura celulei și factorul de umplere.

Componentele unui sistem fotovoltaic depind de zona de aplicare: locuință izolată sau în apropierea unei rețele, utilizarea doar a energiei solare sau doar a unei baterii, convertoare statice de putere.

Un sistem fotoelectric cuprinde următoarele:

- celulele fotovoltaice,
- baterii acumulatori,
- regulatoare de sarcină,
- convertoare statice
- și alte componente.

Energia solară fotovoltaică este o sursă de energie curată, regenerabilă, care utilizează radiația solară pentru a produce energie electrică. Pentru ca panourile fotovoltaice să funcționeze la capacitate maximă este nevoie de o radiație solară directă pe acestea. În acest caz, amplasarea acestora se face spre sud în emisfera nordică și spre nord în emisfera sudică atunci într-un cer senin se întâlnește cea mai mare radiație solară [1].

1.3 Puterea în variație cu temperatura panourilor fotovoltaice

Temperatura este un parametru foarte important, deoarece celulele sunt expuse radiației solare, realizându-se încălzirea lor. În plus, o bună parte din energia absorbită nu este convertită în energie electrică aceasta se disipă sub formă de căldură. Din aceste motive, temperatura celulelor este întotdeauna mai ridicată decât a mediului ambiant. Jumătate din energia absorbită de la soare se pierde sub formă de căldură. Odată cu creșterea temperaturii vedem și o creștere a intensității curentului electric dar și o scădere a tensiunii și a puterii de ieșire (vezi Figura.2).

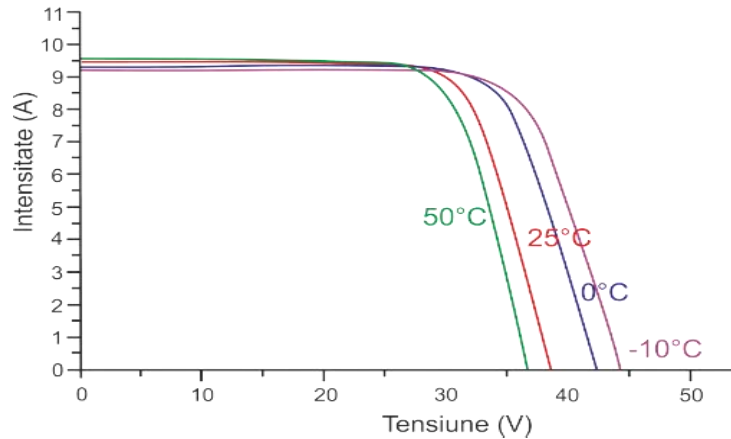


Figura 2. Variația puterii în funcție cu temperatura [8]

Randamentul unei celule în general este destul de scăzut, undeva la 10 - 20%. Au fost descoperite randamente mai bune la materiale noi (în laborator, arseniură de galiu GaAs oferă un randament mai mare de 25%), cu tehnologii experimentale, deseori dificile și costisitoare pentru a fi puse deocamdată în practică. În aceste condiții, materialul fotoelectric cel mai utilizat este siliciul, care reprezintă o soluție economică. Celulele din siliciu monocristalin sunt obținute dintr-un singur cristal de siliciu pur și ating o eficiență maximă, între 18 % și 20 % în medie. Cele din siliciu policristalin sunt realizate în blocuri din mai multe cristale, deci sunt mai ieftine și au o eficiență medie cuprinsă între 16 % și 17,5 %. Cele din siliciu amorf au o rețea cristalină dezordonată, ceea ce duce la o performanță mai scăzută (eficiență medie între 8 % și 9 %) dar și la un preț mai mic [2].

Tabel.1 Tipuri de panouri fotovoltaice [6]

Tipuri de panouri fotovoltaice	Material utilizat	Randament	Cost	Domeniu de aplicare	Aspect
Panourile fotovoltaice monocristaline	Cristal de siliciu	15-18%	Cel mai înalt	Rezidențial/ Comercial	Celule negre sau albeștru închis
Panourile fotovoltaice policristaline	Fragmente de siliciu	13-16%	Înalt	Rezidențial/ Comercial	Celule dreptunghiulare albastre
Panouri fotovoltaice cu strat subțire	Variat	6 – 12%	Cel mai mic	Comercial/ Public	Suprafață uniform neagră sau albastră



2. Studiu de caz

Pentru realizarea studiului de caz, a fost utilizat noul refugiu montan Scara din munții Făgăraș. A fost analizată posibilitatea de utilizare a unui sistem fotovoltaic off-grid utilizând panouri fotovoltaice monocristaline și a acumulatorilor pe baza de gel în scopul de a produce energie electrică pentru o serie de consumatori. Refugiul Scara este al doilea refugiu montan modern care se va construi în munții Făgăraș la o altitudine de 2146 m, predecesorul acestuia fiind refugiul Călțun situat la o altitudine de 2135 m. Modernizarea la standarde moderne a acestor refugii a fost posibilă cu sprijinul asociațiilor montane dar și al consiliilor locale din care zona de amplasament a acestora face parte. În munții Făgăraș se întâlnesc 15 astfel de refugii din care modernizările au fost posibile doar la două dintr-e acestea (2014 refugiul Călțun, 2022 refugiul Scara), restul refugiilor fiind amplasate în perioada anilor 1980 – 2000. Acesta este construit în zona denumită Șaua Scării pe amplasamentul vechiului refugiu cu o suprafață de 33,44 m² care poate adăposti ~14 persoane (vezi Figur 3). [9]



Figura 3. Noul Refugiu și amplasamentul acestuia [9]

În partea de sud a clădirii, a fost prevăzut un panou fotovoltaic monocristalin. Acesta are o dimensiune de 1,68 m lățime, 1,02 m lungime respectiv o grosime de 35 mm, amplasamentul acestuia este făcut la un unghi de înclinație de 35° și dezvoltă o putere de 350 W. Toată această energie este stocată într-o baterie VRLA GEL cu o capacitate de 12V – 200Ah. Întregul sistem generează electricitate pentru a alimenta un sistem de iluminat format din două benzi led amplasate în interiorul refugiului necesare pentru iluminare de 2*14,4 W. Consumul a fost estimat pentru o funcționalitate de 4 ore a celor două benzi LED, rezultând un consum total de 115,2 Wh. Sistemul alimentează și un circuit pentru alimentarea a 4 prize USB de 10 W fiecare, cu o funcționare estimată de 8 ore pe zi, rezultând un consum de 320 Wh. Este alimentată totodată o cameră de supraveghere cu un consum de 4 W, cu o funcționalitate de 24 ore și un consum zilnic total de 96 Wh. Întregul refugiu are un consum total de 531,2 Wh.



Cu ajutorul soft-ului Uniuni Europene PVGIS versiunea 5.1 am reușit să redăm performanța medie lunară generată de sistemul fotovoltaic. (Figura 4)

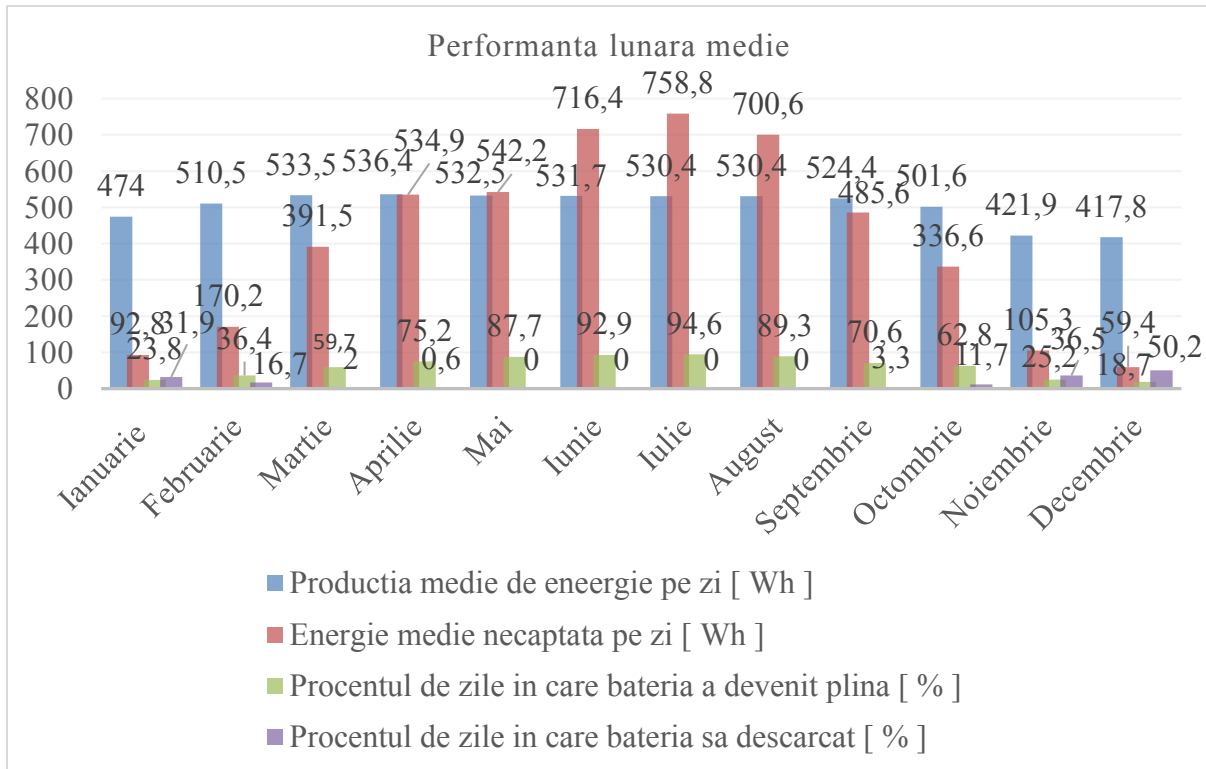


Figura 4. Performanta lunara medie [4]

Valorile de pe coloanele verticale reprezintă:

- Albastru: Producția medie de energie pe zi [W]
- Roșu: Energia medie necaptată pe zi [W]
- Verde: Procentul de zile în care bateria a devenit plină [%]
- Mov: Procentul de zile în care bateria s-a descărcat [%] [4]

După cum se poate observa lunile anului care generează suficientă electricitate pentru consumul estimat sunt lunile martie, aprilie, mai, iunie, iulie și august iar cele mai dezavantajate luni ale anului sunt lunile ianuarie, februarie, septembrie, octombrie și decembrie. Odată cu venirea sezonului cald și creșterea aportului solar sistemul nostru produce între 530,4 – 536,4 Wh medie pe zi, cea mai mare producție fiind în luna aprilie cu o medie de 536,4 Wh pe zi. Comparativ cu sezonul rece unde odată cu scăderea aportului solar și producția de energie scade, situându-se între 471,8 – 524,4 Wh medie pe zi, cea mai mică producție de energie fiind în luna decembrie cu o medie de 417,8 Wh pe zi [4]

În același mod cu ajutorul soft-ului Uniuni Europene PVGIS versiunea 5.1 am reușit să redăm performanța bateriei pentru sistemul fotovoltaic. În perioada sezonului cald în decursul celor 6 luni bateria este plină complet într-un număr de 154 de zile doar într-o singură zi ajungând ca bateria să fie descărcată complet. Comparativ cu sezonul rece în care decursul celor 6 luni bateria este plină complet într-un număr de 71 de zile și ajungând la 47 de zile în care bateria



să fie descărcată complet. Trebuie luat în calcul faptul că în perioada sezonului rece eficiența bateriei poate să scadă ajungând astfel la un număr de zile mai ridicat în care bateria să fie complet descărcată (vezi Figura 5).[4]

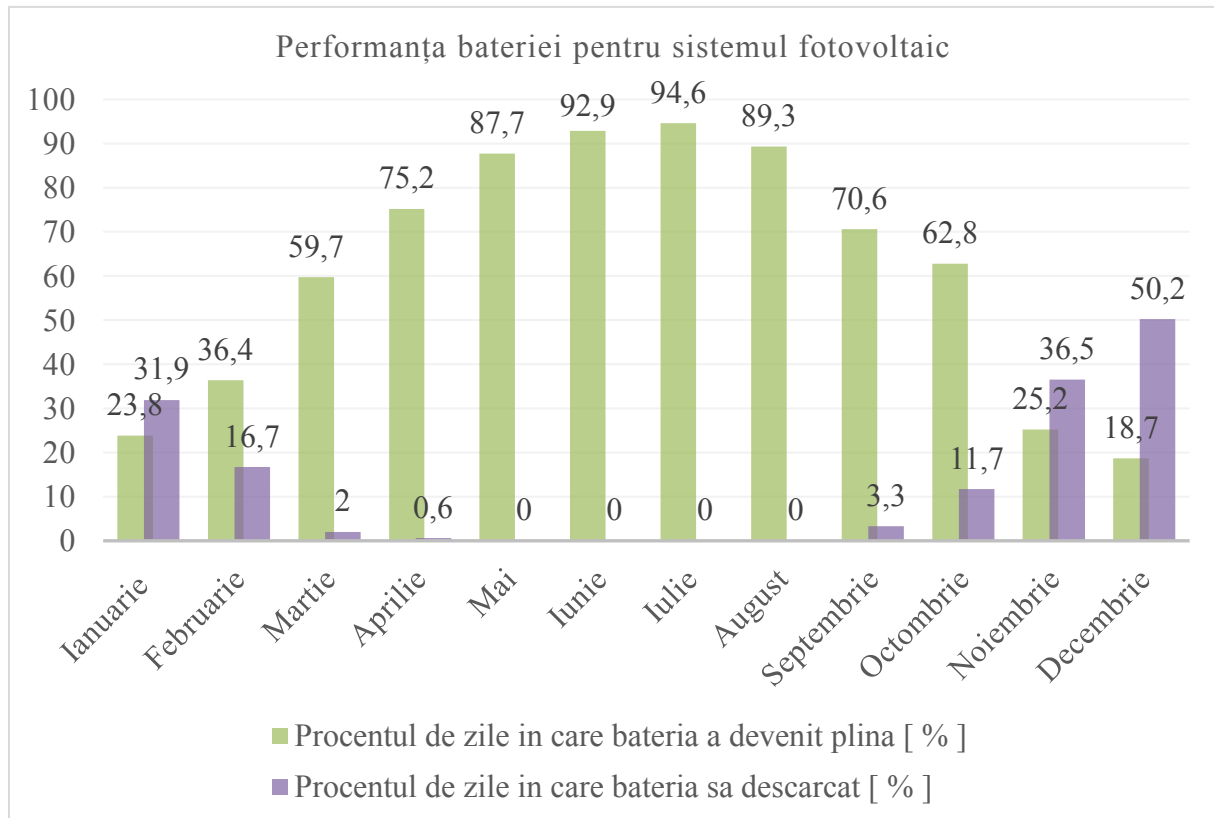


Figura.5 Performanța bateriei pentru sistemul fotovoltaic [4]

Coloanele verticale reprezintă:

- Culoarea Verde: Procentul de zile în care bateria a devenit plină [%]
- Culoraea Mov: Procentul de zile în care bateria s-a descărcat [%] [4]

De asemenea bateriile de stocare sunt foarte ușor influențate de temperaturile scăzute. Capacitatea acestora de stocare începe să scadă la temperaturi de 0°C ajungând să fie de 86 % ,iar cu cât temperaturile ajung să scadă sub 0°C capacitatea de stocare scade semnificativ ajungând sa fie situată între 30 – 50%.[5]

În zona de stocare a bateriilor s-a realizat o cutie de amplasament îmbrăcată în izolație de tip sandwich cu o grosime de 40 mm iar bateriile au fost învelite într-un strat de 10 cm grosime de vată balzanică pentru protecție dar si pentru a realiza un confort termic situat între $0 - 5^{\circ}\text{C}$. [5]



3. Concluzie

Scopul lucrării a fost de a prezenta utilizarea sistemelor fotovoltaice în refugiile montane situate la altitudini de peste 2000 de metri. S-a observat că instalațiile fotovoltaice oferă un puternic sprijin în alimentarea cu energie electrică în perioada sezonului cald, când radiația solară este mare, la acea altitudine observându-se acest lucru în nivelul mediu de energie necaptat pe zi în perioada lunilor mai, iunie, iulie și august (conform Figura 4).

O dată cu venirea sezonului rece eficiența panourilor fotovoltaice situate la această altitudine rămâne aceeași dar nivelul de radiație solară care atinge suprafața panoului scade.

Consider că, chiar și în perioada sezonului rece instalația fotovoltaică v-a oferi un minim de electricitate dar acest lucru se poate datora doar condițiilor meteo din acea perioadă. Stratul de zăpadă consistent și radiația solară mare de la această altitudine pot dubla producția de electricitate aferentă prin reflexia luminii cu ajutorul zăpezii dar acest lucru este posibil doar în cazul zilelor cu un aport solar crescut.[7]

În concluzie, trecerea în anotimpul rece aduce cu sine o serie de dezavantaje dar și de avantaje în privința instalațiilor fotovoltaice situate la această altitudine. Avantajul este reducerea consumului de electricitate pe zi al consumatorilor (lumină, alimentare prize usb) o dată cu scăderea numărului de persoane care tranzitează zona, toată electricitatea produsă alocându-se camerei de supraveghere care este un consumator continuu și randamentul crescut pe care panourile fotovoltaice îl oferă în prezența temperaturilor scăzute. Dezavantajul real este aportul scăzut de radiație solară pe suprafața panoului, depunerea unei cantități semnificative de zăpadă sau gheață pe acesta dar și influența temperaturilor scăzute asupra bateriei de stocare.

BIBLIOGRAFIE

[1] Energy Box ; Energia verde ; Panouri fotovoltaice construite „ Home Made „ , accesat la data de 23.04.2022 : <http://free-energy-monitor.com/index.php/energy/fotovoltaice>

[2] Cum funcționează panourile solare fotovoltaice? , accesat la data de 22.04.2022 : <https://solarcenter.ro/cum-funcționeaza-panourile-solare-fotovoltaice/>

[3] Revicon, Instalații fotovoltaice – cum funcționează?, accesat la data de 22.04.2022: <https://revicon.ro/cum-funcționeaza-instalatiile-fotovoltaice/>

[4] Photovoltaic Geographical Information System; European Commission: accesat la data de 22.04.2022 : https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/

[5] E-acumulatori.ro ; Acumulator VRLA ultracell cu gel 12V, 100Ah UCG100-12, accesat la data de 22.04.2022 : <https://www.e-acumulatori.ro/12-v-solare/acumulator-vrla-ultracell-cu-gel-12v-100ah-ucg100-12-2-2.html#resp-tab3>

[6] Ecowindsolar.ro; fotovoltaice mono sau policristaline ; accesat la data de 22.04.2022 : <https://ecowindsolar.ro/fotovoltaice-mono-sau-policristaline/>

[7] Sharp-romania/panourile solare iarna funcționarea și întreținerea; accesat la data de 22.04.2022: <https://sharp-romania.ro/panourile-solare-iarna-functionare-si-intretinere/>

[8] Energie fotovoltaic; accesat la data de 22.04.2022: <https://electromed.ro/wp-content/uploads/2015/03/1-Energie-fotovoltaica.pdf>

[9] Refugiul scara; accesat la data de 22.04.2022: <https://refugiulscara.ro/>



STUDIU PRIVIND PROPRIETĂȚILE MATERIALELOR COMPOZITE CU MATRICE POLIMERICĂ CU APLICABILITATE ÎN DOMENIUL INGINERIEI INSTALAȚIILOR

Autori

Denisa - Cosmina POP^{1*}, Adrian - Aurel COMAN¹

¹Facultatea de Inginerie a Instalațiilor, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Cluj Napoca,
popdenisacosmina23@gmail.com (autorul corespondent)

²Facultatea de Inginerie a Instalațiilor, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Cluj Napoca,
coman_adi77@yahoo.com

Îndrumător

Conf. Dr. Ing. Dana - Adriana ILUȚIU - VARVARA

Facultatea de Inginerie a Instalațiilor, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Cluj Napoca,
dana.adriana.varvara@insta.utcluj.ro

REZUMAT: Lucrarea tratează aspecte privind proprietățile materialelor compozite cu matrice polimerică, cu aplicabilitate în domeniul Ingineriei Instalațiilor. Se prezintă o analiză comparativă a proprietăților materialelor compozite cu matrice polimerică.

Cuvinte cheie

Materiale compozite, matrice polimerică, proprietăți, avantaje, dezavantaje.

1. Introducere

Materialele compozite sunt special concepute de om pentru a avea proprietăți superioare datorită structurii interne. Acestea sunt obținute prin combinarea a două sau mai multe materiale, cu proprietăți diferite.

Materialele compozite sunt alcătuite din:

- materialul de armare (armătura);
- matricea (masa de bază);
- adaosuri tehnologice [1].

Principala condiție pe care trebuie să o îndeplinească matricea unui material compozit este să poată îngloba componenta dispersă fără să o distrugă prin dizolvare, topire, acțiune chimică sau mecanică. Este important de subliniat faptul că, pentru orice material compozit, matricea lui stabilește atât caracteristicile de mediu în care produsul final va putea fi utilizat cât și intervalul de temperaturi de lucru acceptabile. Pentru temperaturi relativ joase, de cel mult câteva sute de grade, prima opțiune este folosirea matricilor polimerice, care au avantajul costurilor reduse și ușurinței de prelucrare, prin tehnici consacrate și ușor accesibile [2].

Scopul lucrării este realizarea unei analize comparative, privind proprietățile materialelor compozite, cu matrice polimerică, cu aplicabilitate în domeniul Ingineriei Instalațiilor.



În Figura 1 sunt prezentate tipurile de matrici și ranforsanții acestora.

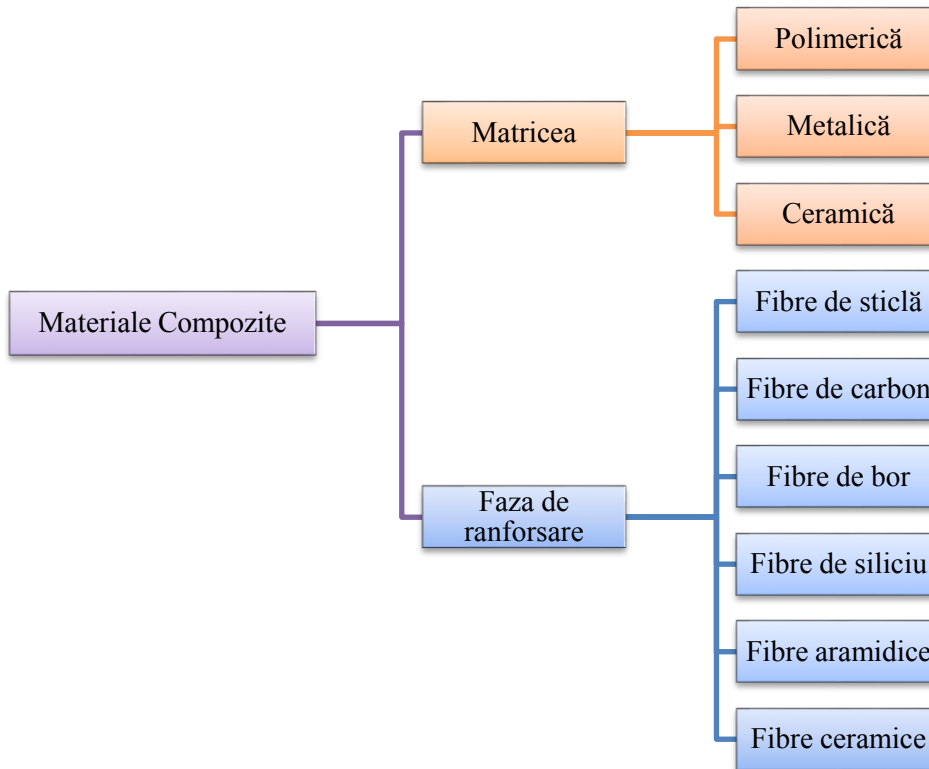


Figura 1. Tipuri de matrice și faze de ranforsare ale materialelor compozite.

În Figura 2 se prezintă tipurile de materiale compozite cu matrice polimerică, în funcție de componentele utilizate la formarea acestora.

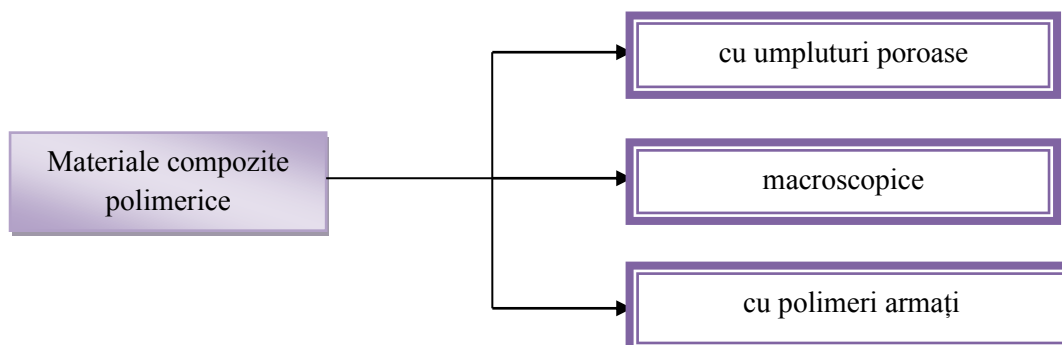


Figura 2. Clasificarea materialelor compozite cu matrice polimerică după componentele utilizate la formarea acestora.



2. Proprietățile generale ale materialelor compozite cu matrice polimerică

Proprietățile materialelor compozite cu matrice polimerică sunt influențate de:

- temperatură;
- mărimea forțelor de legătură dintre atomi;
- numărul de legături chimice pe unitatea de volum;
- rezistența la degradare a legăturilor sub acțiunea unor agenți externi;
- durată scurtă de menținere în stare lichidă după preparare;
- conductivitate termică redusă [1].

În Figura 3 sunt prezentate proprietățile generale ale materialelor compozite cu matrice polimerică.

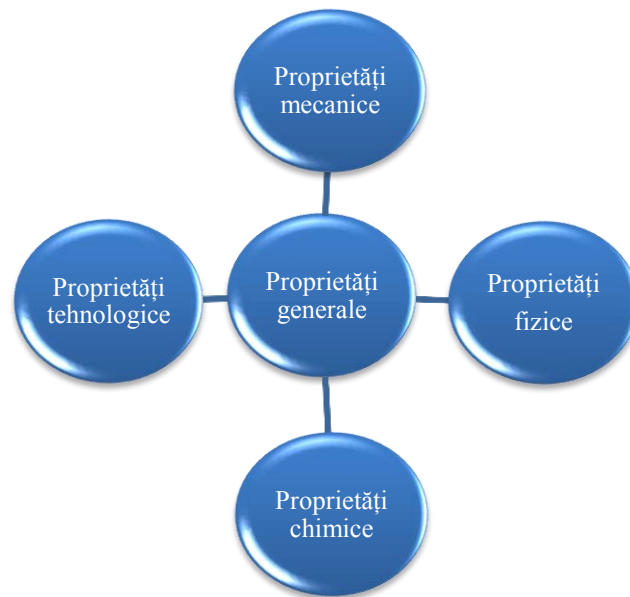


Figura 3. Proprietățile generale ale materialelor compozite cu matrice polimerică.

Matricele de natură organică prezintă următoarele dezavantaje:

- rezistență mecanică redusă la temperaturi ridicate;
- durată scurtă de menținere în stare lichidă după preparare;
- conductivitate termică redusă;
- coeficient mare de dilatare termică;
- rezistență redusă la șoc mecanic [1].

În Figura 4 sunt prezentate tipurile de matrici, în funcție de structura acestora.

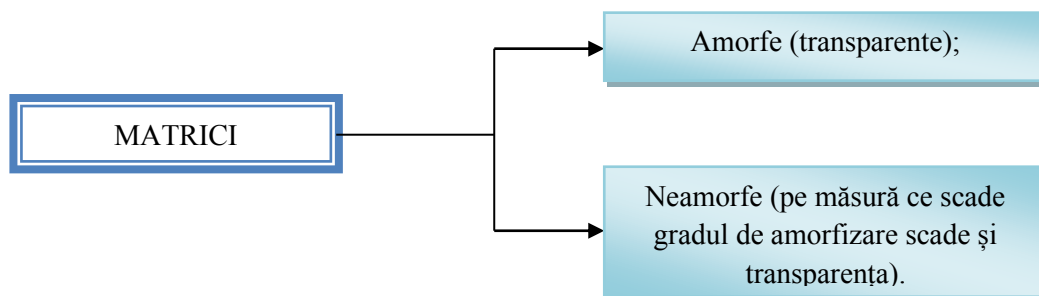


Figura 4. Tipuri de matrici [1].

3. Avantajele și dezavantajele utilizării materialelor compozite cu matrice polimerică

În Figura 5 sunt reprezentate avantajele utilizării materialelor compozite cu matrice polimerică.

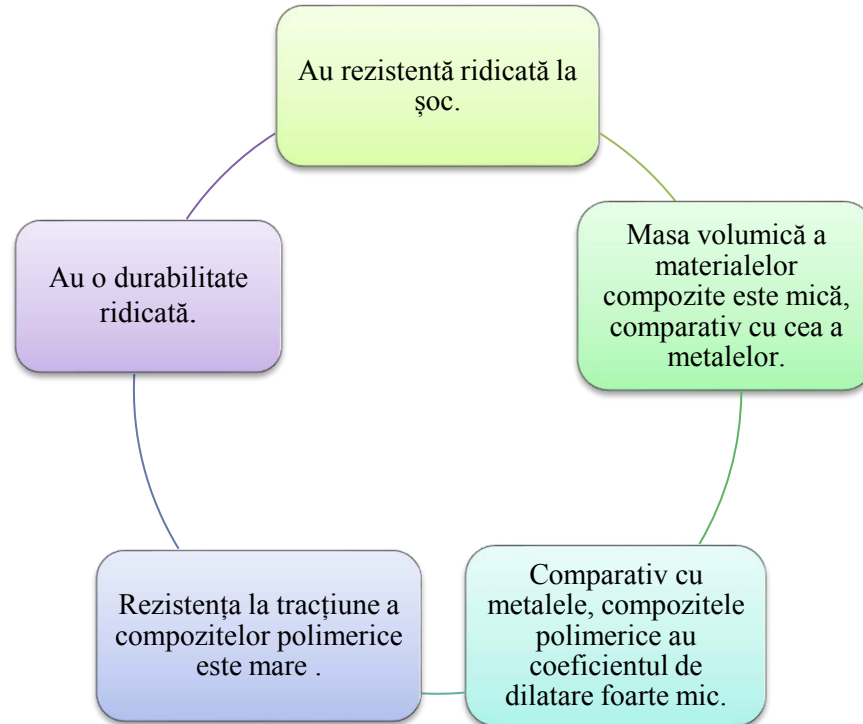


Figura 5. Avantajele utilizării materialelor compozite cu matrice polimerică [2].

În Figura 6. sunt prezentate dezavantajele materialelor compozite cu matrice polimerică.

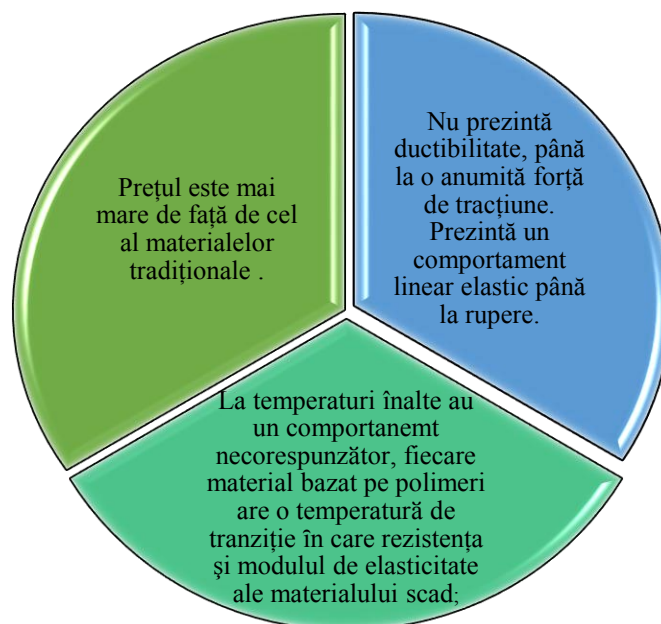


Figura 6. Dezavantajele utilizării materialelor compozite cu matrice polimerică [2].



4. Analiza comparativă privind proprietățile materialelor compozite, cu matrice polimerică, cu aplicabilitate în domeniul ingineriei instalațiilor

Matricile polimerice pot fi realizate din materiale:

- termoplastice (polietilena, polistirenul, poliesterii, cetonele etc.);
- termorigide (rășini poliesterice, rășini epoxidice, rășini fenolice, rășini poliamidice, rășini melaminice) [1].

Tabelul 1. Materiale polimerice reactive și nereactive [3].

Materialele polimerice reactive (termorigide)	Materialele polimerice nereactive (termoplastice)
Sunt formate în mod obișnuit din rășini organice și aditivi (catalizatori, materiale de umplere) sau constituenți necesari pentru tratamentul chimic al polimerului.	Sunt caracterizate prin tenacitate superioară și ciclu de fabricare mai scurt față de cele cu matrice termorigidă.
La creșterea temperaturii se produce solidificarea materialului, prin reacții chimice ireversibile, care „îngheață” structura moleculară într-o rețea tri-dimensională, iar aceasta nu mai poate fi topită și reformată.	Au inconvenientul unei rezistențe slabe la coroziune. Sunt compatibile cu procesele de formare la temperaturi înalte și cu fabricarea prin injecție. Temperaturile lor de lucru sunt limitate, în general, la 400°C.
Plasticitatea materialului global scade odată cu creșterea temperaturii.	Materialele termoplastice au o dezvoltare restrânsă comparativ cu materialele termorigide.

Tabelul 2. Țevi din PPR cu inserții din fibră de sticlă și fibră bazaltică [4], [5].

Țevă PPR cu inserție din fibră sticlă	Țevă PPR cu inserție din fibră bazaltică
Țevile din PPR cu inserție din fibră de sticlă nu crează probleme de alungire și condens în sistemele unde încălzirea și răcirea sunt utilizate împreună.	Aceste țevi au caracter inovativ și sunt fabricate din PP - RCT și fibră bazaltică.
Acestea au rezistență ridicată la diferiți agenți chimici.	Aceste țevi se pot utiliza în instalațiile sanitare și termice.
Nu modifică culoarea, mirosul sau gustul apei.	Producerea fibrei bazaltice este ecologica și 100% reciclabilă.
Sunt ecologice.	Proprietățile fibrei bazaltice sunt semnificativ mai bune decât cele ale fibrei de sticlă (de exemplu, rezistența la tracțiune este cu 20% mai mare).

5. Concluzii

În concluzie, realizarea materialelor compozite cu matrice polimerică devine un proces complex datorită diversității structurilor care pot fi create în alcătuirea lor influențând astfel elasticitatea, rezistența la forfecare și la compresiune. În consecință, obținem țevi din PPR cu inserție din fibră sticlă și cu inserție din fibră bazaltică, care sunt mult mai ecologice, cu o



rezistență mult mai bună la agenții chimici, formând materiale care pot fi utilizate cu precădere în domeniul ingineriei instalațiilor.

BIBLIOGRAFIE

1. Iluțiu – Varvara D.-A., *Materiale de instalații*, Editura U.T. PRESS, Cluj – Napoca, 2020.
2. <https://www.grandpipe.ro/> Accesat la data de 28 Aprilie 2022.
3. <https://sim.tuiasi.ro/wpcontent/uploads/2015/Carcea4Materiale%20Compozite.%20Fenomene%20la%20interfata.pdf> Accesat la data de 28 Aprilie 2022.
4. https://i.dedeman.ro/media/file/file/c/a/caract._tehnice-ppr_cu_insertie_fibra_de_sticla.pdf Accesat la data de 28 Aprilie 2022.
5. <https://www.dedeman.ro/ro/teava-ppr-25-4-m-x-25-mm-x-3-5-mm-cu-fibra-bazaltica-basalt-therm/p/2016934> Accesat la data de 28 Aprilie 2022.



Sisteme de control al iluminatului

Autor

Ing. Norbert SZASZ,

Facultatea de Inginerie a Instalatiilor., Universitatea Tehnica din Cluj Napoca, , [e-mail: norbert.szasz42@gmail.com](mailto:norbert.szasz42@gmail.com).

Îndrumător

Conf.Dr.Ing. D. BEU

Facultatea de Inginerie a Instalatiilor., Universitatea Tehnica din Cluj Napoca, [e-mail: dorin.beu@insta.utcluj.ro](mailto:dorin.beu@insta.utcluj.ro).

Rezumat: *Această lucrare are ca scop prezentarea si comparația mai multor sisteme de control al iluminatului. Această comparație va fi realizata între 4 sisteme de la producători diferiți, doi din SUA și doi din Europa, toate fiind brand-uri mari si cunoscute in lumea iluminatului; Pasul actual pentru reducerea consumurilor de energie electrice in instalațiile de iluminat este folosirea sistemelor de control bazate pe senzori de mișcare/prezența, senzorilor de iluminare naturala si posibilitatea de a controla temperatura de culoare in funcție de preferințele utilizatorilor. Aceste sisteme aduc cu ele următoarele beneficii: eficiență energetică crescută, adaptarea la cerințele utilizatorilor si posibilitatea sa fie conectate la sistemele de gestiune a clădirii. Criteriile urmărite, pe cat posibil, sunt următoarele: scalabilitate, numărul si calitatea opțiunilor oferite, instalarea/implementarea sistemului, preț, interacțiunea cu reprezentanții comerciali. Sistemul montat in Laboratorul de Inginerie a Iluminatului al UTCN oferă soluții pentru o clădire tip birou, dar si pentru altele la un preț rezonabil, dar alegerea soluției cele mai optime va depinde mult de situație . Consultarea cu beneficiarul in legătura cu clădirea, analiza nevoilor, cererile acestuia, bugetul si standardele in vigoare vor influenta alegerea soluției optime.*

Cuvinte cheie

Control, iluminat, LED, energie, sistem, lumină

1. Introducere

Lucrarea are ca scop prezentarea si comparația mai multor sisteme de control al iluminatului. Aceasta comparație a fost realizata intre 4 sisteme de la producători diferiți, doi din SUA si doi din Europa, toate fiind brand-uri mari si cunoscute in lumea iluminatului; Primul pas pentru îmbunătățirea iluminatului a fost introducerea LED-urilor si implementarea acestora in sistemele de iluminat. In ziua de astăzi peste 90% din instalațiile actuale folosesc LED-uri. Aceasta schimbare a condus la reducerea puterii instalate cu peste 50%. La baza studiului au stat instalațiile de iluminat si control instalate in cadrul Facultății de Inginerie a Instalatiilor.



2. Philips Dynalite

Este o platformă de control scalabilă care conectează o gamă de dispozitive inteligente pentru a forma o soluție completă de control. Comenzi și informațiile de stare sunt transmise tuturor dispozitivelor prin RS485 sau rețea Ethernet folosind protocolul DyNet bazat pe evenimente. Dispozitivele de control Philips Dynalite includ un microprocesor integrat și memorie internă nevolatilă. Acest lucru permite fiecărui dispozitiv să-și stocheze propriile date de configurare, să gestioneze cerințele de procesare pentru caracteristicile și funcțiile atribuite; și să-și salveze câteva dintre stările sale anterioare. Toate configurațiile dispozitivului sunt programate prin seria EnvisionSuite de punere în funcțiune, monitorizare și software de control [1] [2].

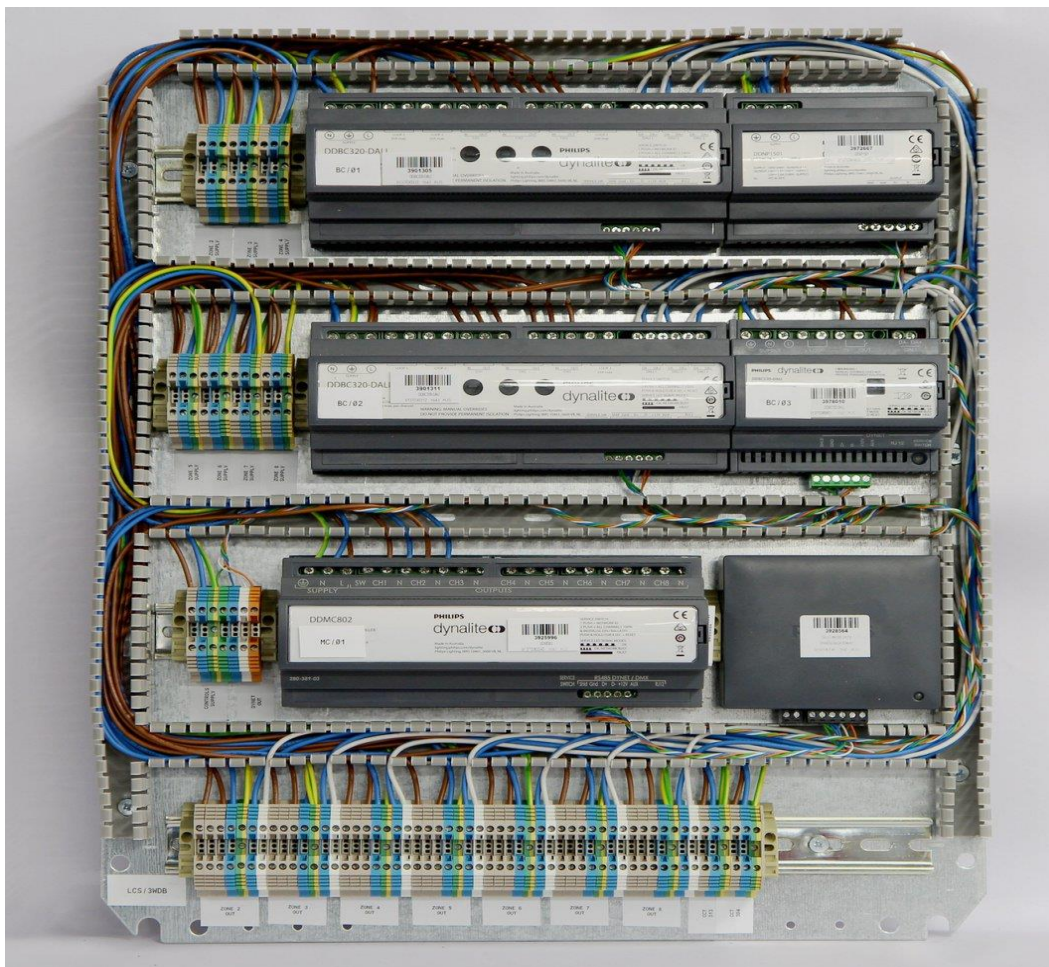


Figura. 1. Sistem Philips Dynalite [3]



Avantaje:

- **Controlul presetat al luminii**
Acesta este mai mult decât un simplu control al luminii pornit/oprit. Comenzile Dynalite vă permit să creați atmosfera și să salvați diferite scene de iluminare pentru a se potrivi cu starea dvs. de spirit și cu ocazia [4].
- **Control distribuit și monitorizare**
Puteți configura, controla și monitoriza toate luminile și componentele sistemului de la orice punct din rețea și generați rapoarte de stare a sistemului [4];
- **Ușurință de instalare și configurare**
Sistemul DyNet este mai ușor de instalat și necesită mai puțin timp pentru configurare decât sisteme convenționale. Interfața grafică este intuitivă și ușoară de folosit după un minim de training [4];
- **Economii de energie**
Prin utilizarea sistemelor inteligente de iluminat, iluminatul este folosit doar atunci când este necesar. Lumina naturală este recoltată și iluminarea suplimentară ajustată în consecință, rezultând în performanță de mediu optimizată și costuri minime de operare și întreținere [4];
- **Scalabilitate**
Interfețele de utilizator pot accesa orice funcție, iar toate canalele de ieșire pot fi ușor reconfigurate fără modificări de cablare. Aceleași componente pot fi utilizate în o aplicație cu o singură cameră sau în proiecte mai mari care implică mii de unități controlate [4];
- **Integrare avansată în alte sisteme**
Gama Philips Dynalite de dispozitive de integrare și gateway-uri de rețea permit Sistemul DyNet să funcționeze împreună cu alte sisteme, cum ar fi jaluzelele, sisteme de control al temperaturii și management al clădirii [4];
- Reprezentanți comerciali buni.

Dezavantaje:

Programul de control Envision necesită training sau un profesionist pentru a seta sistemul. Ambele soluții adaugă costuri. În principal, sistemul Dynalite necesită cablare, nu este wireless. Sistemul a fost creat pentru clădiri mai mari, deci nu are sens pentru automatizare în casă. Philips fiind un brand foarte bine cunoscut, prețul este înalt. Acesta pornind de la 700 euro pentru plafonieră + senzor + întrerupător + controller cu Dali până la 100000 euro pentru clădire cu 3 etaje și subsol cu 12 încăperi pe nivel, control iluminat senzori și tastatură + control HVAC cu scenariu în fiecare încăpere și monitorizare de la distanță, punere în funcțiune – aparate de iluminat + sistem de control.

3. Lutron Quantum

Cu Quantum, se poate proiecta, configura, monitoriza și regla toată lumina din spațiul dvs. pentru a crea cel mai potrivit mediu, la momentul dorit, la fiecare proiect. Sistemele Quantum sunt proiectate pentru a se adapta la o mare varietate de cerințe de control al luminii cu tehnologie



inteligentă încorporată care furnizează date acționabile, simplificând funcționarea clădirii și optimizând performanța acestuia. Integrare simplă cu sisteme terțe cu alte sisteme, o interfață grafică intuitivă și control inteligent sunt semne distinctive ale sistemului Quantum. Destinat pentru a asigura libertatea totală de proiectare, Quantum oferă soluții de control flexibile pentru orice dimensiune al spațiului, și orice buget, inclusiv control integrat al luminii, soluții de control personal, adaptare la soare, control automat al umbrei, tehnologii de control cu LED-uri de ultimă oră și instrumente de utilizare a spațiului [5].



Figura. 2. Lutron Quantum Lighting Hub QP3 [6, 7]

Avantaje:

- Atenție sporită pe integrarea sistemului cu sisteme HVAC și sisteme de control al jaluzelelor cu software de umbrire sensibil la soare și control tonului alb al luminii; aceste aspecte combinate ajută la crearea unui mediu ambiant plăcut care se adaptează în timp [5] [8];
- Simulare a schimbării naturale în lumina zilei pentru o conexiune de dorit cu exteriorul [5] [8];
- Sistemul funcționează foarte eficient împreună cu alte sisteme Lutron, cum ar fi jaluzele automate cu sistemul de umbrire adaptivă, reduce orbirea și câștigul de căldură și economisește energie; acest sistem se poate adapta la condițiile meteo locale prin senzori de fereastră radio [5, 8];
- Programul de control și monitorizare Quantum Vue este simplu de utilizat și necesită mai puțin training [5, 8];



- Sistemul Quantum oferă o mare varietate de rapoarte și alerte bazate pe date cu care putem vedea ușor ce și cum trebuie reglat. [5, 8];
- Instalare ușoară, inginerii și IT-iști de la Lutron pot asista direct la implementarea sistemului [5, 8];
- Multe dintre componentele sistemului sunt valabile și în versiune wireless [5, 8];
- Reprezentanții comerciali răspund rapid și cu precizie [5, 8].

Dezavantaje:

- Sistemului Quantum, chiar dacă susține că se poate integra cu alte sisteme terțe, este recomandat foarte des să folosim doar sisteme și componente Lutron pentru o integrare cu funcționare optimă, acest fapt te obligă să folosești doar acest producător pentru întregul sistem;
- Interfața grafică în comparație cu cele de la alți producători nu este cea mai intuitivă și bună, spre deosebire de ceea ce spune marketingul;
- Sistemul necesită multe licențe pentru a se putea folosi toate opțiunile acestuia;
- Cablare pentru componente;
- Preț necunoscut, reprezentanții comerciali nu au dat unul.

4. GE Daintree Enterprise

Daintree Enterprise oferă un control bogat al luminii pentru aparate de iluminat cu LED, precum și automatizare cu termostat programabil și controlul încărcării prin priză a multor alți senzori și dispozitive de la ventilatoare la boilere, compresoare de aer, refrigerare și multe altele. Cu acest sistem clienții pot construi propriile soluții de clădire inteligentă dintr-o interfață de programare a aplicației (API) sau să aleagă o aplicație de la unul dintre cei peste 100 de parteneri tehnologici ai Current [9].



Figura. 3. Software de control și aparate GE Daintree [10]



Avantaje:

- Reducerea energiei: Economii de energie de iluminat de până la 70% la toate elementele de iluminat cu economii suplimentare de la HVAC, sarcina prizei și optimizarea ventilatoarelor din ControlScope Manager (CSM) sau AllSites, aplicație de management al energiei [9];
- Respectarea standardelor în vigoare (în acest caz este vorba de SUA) [9];
- Flexibilitate sporită: compatibilitate cu un ecosistem de parteneri în expansiune de dispozitive cu fir și fără fir, inclusiv Osram, LG, Leviton, Inventronics, Titan, EU Controls și V-Mark. Ecosistemul terț împuternicește clienții să aleagă controalele cele mai economice sau mai bogate în funcții pentru proiectele lor [9];
- Creșteri ale productivității: utilizați aceleași date privind ocuparea, mediul și managementul energiei pentru comenzi de iluminare pentru a îmbunătăți utilizarea spațiului, gestionarea sălii de conferințe, confortul angajaților și punctul de optimizare a vânzărilor [9].

Dezavantaje:

- Preț înalt pentru sistemul de control în sine, dar se poate balansa prin integrarea produselor partenerilor;
- Folosirea API-ului pentru a realiza sistemul necesita training mai avansat și un specialist;
- Nu este garantat ca fiecare produs de la parteneri se va integra 100% corect;
- Reprezentanții comerciali ale producătorului sunt mai puțin decât ideali.

5. Zumtobel Litecom

Litecom este un sistem de control inteligent care pune accentul pe utilizarea cât mai eficientă a iluminatului natural împreună cu cel artificial, astfel reducând consumurile de energie electrică. Litecom oferă secvențe predefinite dezvoltate științific pentru a ne sprijini ritmul de zi și noapte. Imitând valorile și temperaturile care fluctuează în mod natural din mediile noastre de lucru, promovează activitatea dimineața și bunăstare în timpul zilei de lucru - în special noaptea pentru cei din tura de noapte [11].



Figura. 4. Sistem de control Zumtobel Litecom de la Facultatea de Inginerie a instalațiilor



Avantaje:

- Sistem foarte intuitiv; oferă o gamă largă de interfețe și unități de control pentru o varietate de aplicații, camere și oameni. De la comutatoarele clasice cu acțiune de moment și panouri tactile pentru instalarea pe perete în aplicații și interfețe bazate pe web. Punerea în funcțiune și utilizarea este promovată ca fiind clară și explicită de la sine [11];
- Controller flexibil; Utilizați unul și același controler pentru sisteme compacte și instalații complexe. Managementul iluminatului alcătuiește o singură unitate cu clădirea și sistemul de management al acesteia. Litecom poate fi cu ușurință integrat în sistemele de management al clădirii, conectat la Cloud pentru informații suplimentare [11];
- Scalabilitate sporită; adăugarea a mai multor controlere se poate face la orice moment, astfel extinzând sistemul până la 2500 de dispozitive cu 15 controlere pot fi învățate să fie și mai inteligente prin adăugarea unor funcții gândite de noi în afara de cele cu care vine în mod implicit [11];
- Conexiune și legarea wireless a echipamentelor cu sistemul de control, eliminând parțial necesarul și costurile pentru cablare [11];
- Combinarea inteligentă a iluminatului natural cu cel artificial; sistemul stimulează cu lumina zilei, protejează împotriva orbirii și coordonează puterea luminii cu cerințele sale. Sistemul efectuează calcule pentru a determina câtă lumina naturală este valabilă și câtă lumina artificială trebuie adăugată pentru a compensa [11];
- Sistemul economisește energie și bani, de ex. prin oprirea corpurilor de iluminat la anumite momente când camerele sunt goale. Sau prin sincronizarea jaluzelelor cu corpurile de iluminat pentru utilizarea optimă a luminii naturale. În acest fel poate reduce consumul de energie cu până la 82 % [11];
- Sistemul poate fi comandat și personalizat printr-o aplicație care ajută până chiar și la faza de proiectare și implementare [11];

Dezavantaje:

- Nevoia de specialist în programarea scenelor;
- Înlocuirea unui aparat defect cu unul nou necesită modificări în adresele grupelor;
- Preț: 300-500 Euro.

6. Concluzii

Toate cele patru sisteme analizate oferă o multitudine de opțiuni, fiecare specializându-se pe anumite aspecte.

GE Daintree oferă cea mai bună integrare și flexibilitate cu alte sisteme, dar compania trece printr-o nișă transformări și are datorii imense, iar pentru UE, nu este sigur că produsele sale respectă toate standardele în vigoare.

Philips Dynalite și Zumtobel Litecom pun accentul pe economie energetică și uzul de folosință, folosind cât mai mult lumina naturală și senzori inteligenți pentru a determina când este necesar



suplimentarea cu lumina artificiala. Dynalite necesita cablare, Litecom fiind wireless. Prețul este un pic mai scăzut la Zumtobel.

Sistemul Lutron Quantum pune accentul pe date, oferind o mare varietate de rapoarte și alerte bazate pe date cu care putem vedea ușor ce și cum trebuie reglat. Cu acestea se poate regla mai ușor iluminatul și celelalte sisteme integrate.

După părerea mea, sistemul Zumtobel Litecom oferă ce este nevoie pentru o clădire tip birou, dar și pentru altele la un preț rezonabil, dar nu este chiar așa de simplu. Alegerea sistemului ideal depinde mult de situație. Consultarea cu beneficiarul în legătura cu clădirea, analiza nevoilor, cererile acestuia, bugetul și standardele în vigoare vor influența alegerea soluției optime.

BIBLIOGRAFIE

- 1 Philips, Signify. [Philips Dunalite control system overview](#) (2014), accesat pe data: 10/03/2022
- 2 Philips, Signify. [Dynalite Corporate Profile](#) (2015), accesat pe data: 10/03/2022
- 3 philips.com/dynalite, [Dynalite](#), accesat pe data: 10/03/2022
- 4 Philips, Signify. [The Dynalite system explained](#) (2015), accesat pe data: 10/03/2022
- 5 Lutron, [Quantum System Overview](#), accesat pe data: 01/03/2022
- 6 [Lutron.com](#), accesat pe data: 01/03/2022
- 7 Lutron, [Quantum Light Management Hub \(QP3\)](#), accesat pe data: 01/03/2022
- 8 Lutron, [Quantum Brochure](#), accesat pe data: 01/03/2022
- 9 GE Current, [GE Daintree and Lightsweep systems](#) (2018), accesat pe data: 08/03/2022
- 10 A. CAPKUN, [GE Current introduces Daintree Controls Software for building management](#) (2021), accesat pe data: 08/03/2022
- 11 Zumtobel, Litecom – [The Lighting Control System](#) (2021), accesat pe data: 01/04/2022



EVALUAREA EFICIENȚEI ENERGETICE PENTRU UN SISTEM DE ILUMINAT AFERENT UNEI SALI DE SPECTACOLE

Autori

Rodila D. Marian-Dan, Voda P. Alexandru-Andrei

¹Facultatea de Inginerie a Instalatiilor, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, , [e-mail:rodila_dan2000@yahoo.com](mailto:rodila_dan2000@yahoo.com)

²Facultatea de Inginerie a Instalatiilor, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, ,
[e-mail:vodaalexandruandrei14@gmail.com](mailto:vodaalexandruandrei14@gmail.com)

Îndrumător

S.L.Dr.Ing. Ciugudeanu Calin Nicolae

³Facultatea de Inginerie a Instalatiilor, Universitatea Tehnică Cluj-Napoca, , [e-mail:calin.ciugudeanu@campus.utcluj.ro](mailto:calin.ciugudeanu@campus.utcluj.ro)

REZUMAT: *Lucrarea prezintă o analiză detaliată pentru trei soluții diferite de iluminat a unei săli de spectacol. Prima soluție utilizând sisteme LED cu eficiență mai redusă, a doua soluție utilizând LED-uri de înaltă eficiență, respectiv a treia soluție având implementat un protocol de comunicare și control DALI. Sistemele diferă prin eficiența, calitatea și costul aparatelor de iluminat. Pentru dimensionarea sistemului de iluminat s-au realizat simulări cu ajutorul softului DIALux evo 10.0. Realizarea unui sistem de iluminat cu surse LED căruia i se implementează și un protocol de comunicare și control DALI duce la obținerea unei soluții echilibrate din punct de vedere cantitativ și calitativ. Soluția a treia este cea mai eficientă din punct de vedere energetic, dar prezintă și cele mai ridicate costuri de instalare. Sunt prezentate aspecte cu privire la calculul indicatorilor de eficiență economică pentru cele trei sisteme de iluminat propuse.*

Cuvinte cheie

LED, DALI, economie financiară, eficiență, consum redus

1. Introducere

Lumina zilei controlează bioritmul nostru natural, influențează starea de spirit și are un efect important asupra modului în care ne simțim. În cele mai multe cazuri, lumina zilei nu este suficientă și este nevoie și de lumină artificială pentru a atinge nivelurile de iluminare corespunzătoare desfășurării unei activități în condiții normale. Un iluminat inadecvat afectează confortul oamenilor și poate duce la oboseală fizică (în special oboseala ochilor) și la reducerea performanțelor intelectuale, în special în cazurile în care este nevoie de o putere de concentrare ridicată.

Cand vine vorba despre spectacole, concerte, piese de teatru, toate pot avea un real succes atunci când atmosfera este conturată nu doar prin echipamentele de sonorizare, ci și cu ajutorul luminilor.

În acest caz, sistemul de iluminat are numeroase atribuții, pe lângă cele funcționale. Unul dintre cele mai importante roluri este acela că lumina poate aduce un plus de valoare conținutului și mesajului transmis de către artist publicului prezent. Însa, pentru a crea un eveniment de succes, este nevoie de o bună coordonare a tuturor echipamentelor ce țin de sistemul de iluminat. De regulă, în sălile de spectacol se pot folosi atât lumini statice, cât și dinamice, mașini de efecte cu lumini, lasere, cortine și perdele cu lumini LED.

2. Avantajele sistemelor de iluminat utilizand surse LED

Dacă în trecut, în cadrul evenimentelor de orice fel se utilizau lămpile convenționale (cu halogen sau incandescentă), astăzi, majoritatea producătorilor folosesc lămpi LED și asta din mai multe motive:

- Sunt mai economice:

În sala de concerte Bad Salzuflen din Germania, sistemul de iluminat, actualizat cu soluțiile LED, a redus consumul de energie cu 23.000 kilowati/oră și emisiile de CO₂ cu 14 tone pe an.

Luminile nu numai că sunt în conformitate cu reglementările impuse prin lege, ci și reduc costurile cu aproximativ 25.000 de euro pe an. [1]

- Nu emană căldură:

Emitând mult mai puțină căldură, becurile LED au un risc mai mic de a provoca eventuale accidente sau incendii. Au aceeași luminozitate precum becurile cu halogen, dar consumul de energie este cu 80% mai mic și, practic, nu emană deloc căldură, facilitând, astfel, reducerea costurilor și menținerea unei atmosfere plăcute în sala. [1]

- Au o durată de viață mare:

Durata de viață a lămpilor LED este de aproximativ 30.000 de ore, comparativ cu doar 2.000, în cazul becurilor cu halogen. Astfel, costurile de înlocuire sunt reduse considerabil. [1]

- Permit controlul inteligent al iluminatului:

Menținerea unei atmosfere primitoare este vitală, indiferent de tipul de eveniment. Pentru aceasta, este necesar ca sistemele de iluminat să poată fi reglate și programate în funcție de ambianța dorită și zonele de interes. De exemplu, dacă vorbim despre un teatru, lumina din sala de spectacole va fi diferită de cea de pe scenă sau hol. Avantajul sistemelor de iluminat LED este că permite reglarea intensității luminoase. [1]

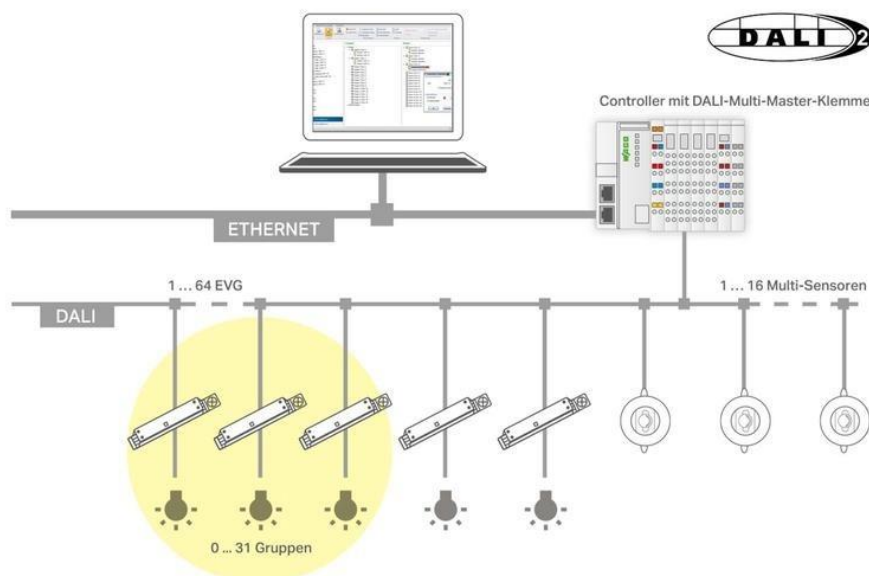


Fig. 1 – Grafica de sistem DALI [2]

3. Iluminarea unei sali de spectacol

Sala de spectacol are dimensiuni de 32x26x3,5 [m] și o capacitate de 220 de locuri.

După consultarea standardului SR EN 12464, s-a constatat nevoia de un grad de iluminare de 300 lx cu o uniformitate de 0,6, pentru o sală de spectacole/repetiții și 200 lx cu uniformitate de 0,5 pentru întreținere și curățenie. [4]

Simulările au fost făcute cu softul DIALux evo, versiunea 10.1. Au fost propuse două sisteme de iluminat cu LED.

Primul sistem este compus din aparate de iluminat de 26 W, cu un flux luminos de 1937 de lumeni, de formă rotundă, fără posibilitate de control și comandă, instalate pe tavan.

Al doilea sistem include aparate de iluminat de 22.5 W, cu un flux luminos de 3400 de lumeni, de formă pătrată, fără posibilitate de comandă și control, instalate pe tavan.

Asemenea sistemului 2, al treilea sistem folosește aparate de iluminat de 22.5 W, cu flux luminos de 3400 de lumeni, de formă pătrată, dotate cu un protocol de comunicare și control DALI (Digital Addressable Lighting Interface).

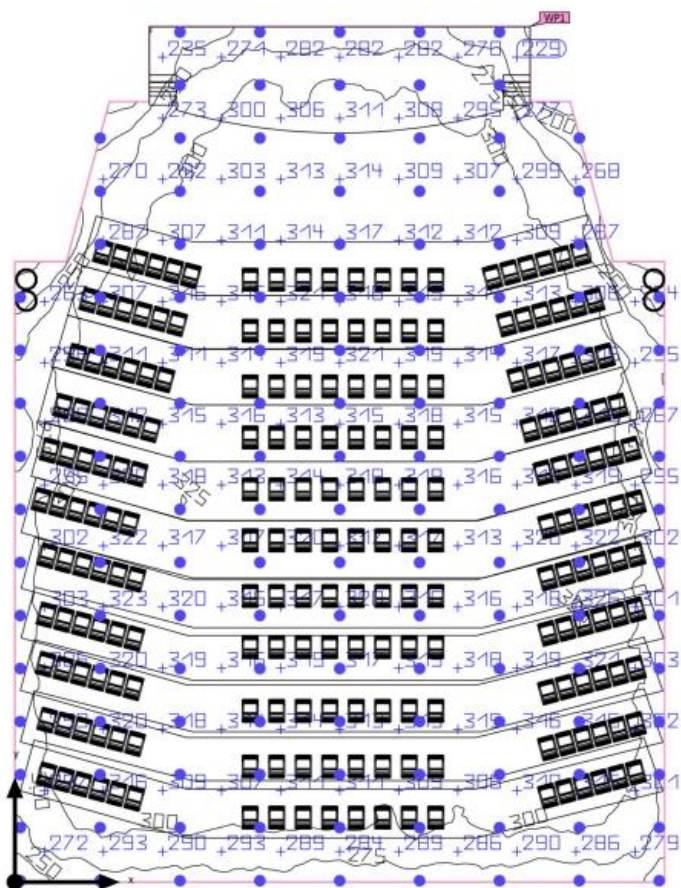


Fig. 2 – Sistemul de iluminat 1

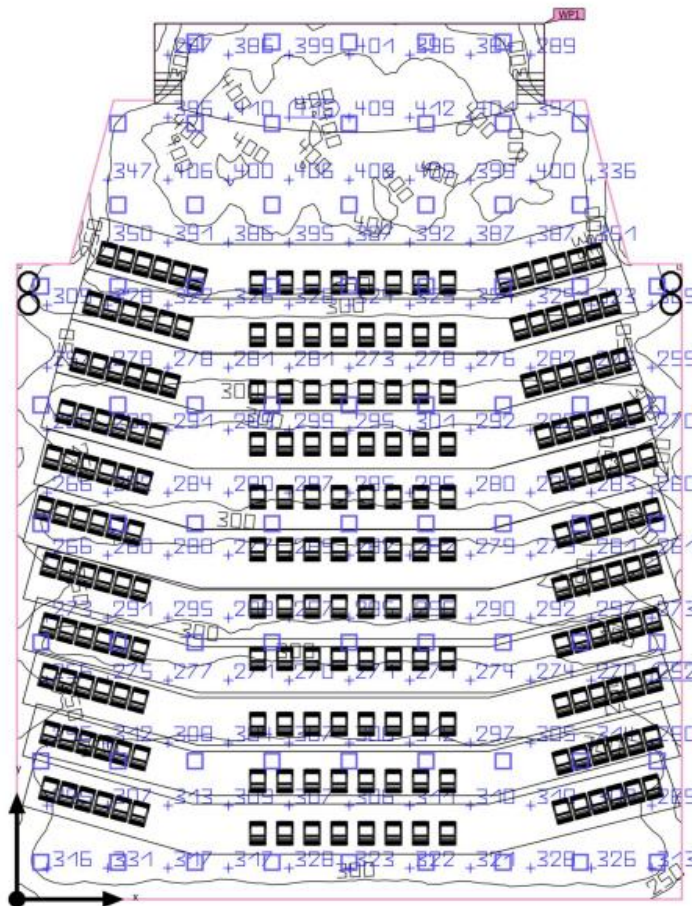
Results

	Symbol	Calculated	Target	Check	Index
Working plane	$E_{\text{perpendicular}}$	305 lx	≥ 300 lx	✓	WP1
	g_1	0.60	-	-	WP1
Consumption values	Consumption	6950 kWh/a	max. 25250 kWh/a	✓	
Room	Lighting power density	5.02 W/m ²	-	-	
		1.65 W/m ² /100 lx	-	-	

Fig. 3 – Rezultatele calculului pentru sistemul de iluminat 1

Conform standardului SR EN 12464 pentru o sală de repetiție/teatru este nevoie de un grad de iluminare de 300 lx, cu o uniformitate de 0,6. Deoarece sistemul de iluminat proiectat nu are posibilitatea de dimare și control, valorile de 300 de lx și 0,6 vor rămâne la fel, indiferent de necesitatea activităților desfășurate în încăpere.

Sistemul de iluminat 2



*

Fig. 4 – Sistemul de iluminat 2

Results

	Symbol	Calculated	Target	Check	Index
Working plane	$E_{\text{perpendicular}}$	312 lx	≥ 300 lx	✓	WP1
	g_1	0.62	-	-	WP1
Consumption values	Consumption	3150 kWh/a	max. 25250 kWh/a	✓	
Room	Lighting power density	2.28 W/m ²	-	-	
		0.73 W/m ² /100 lx	-	-	

Fig. 5 – Rezultatele calculelor pentru sistemul de iluminat 2

Acest sistem folosește corpuri de iluminat mai eficiente decât cel precedent, rezultând un consum anual de energie electrică de 2,2 ori mai redus, scăzând de la 6950 [kWh/an] la 3150 [kWh/an], la funcționare 24h.

Sistemul de iluminat 3

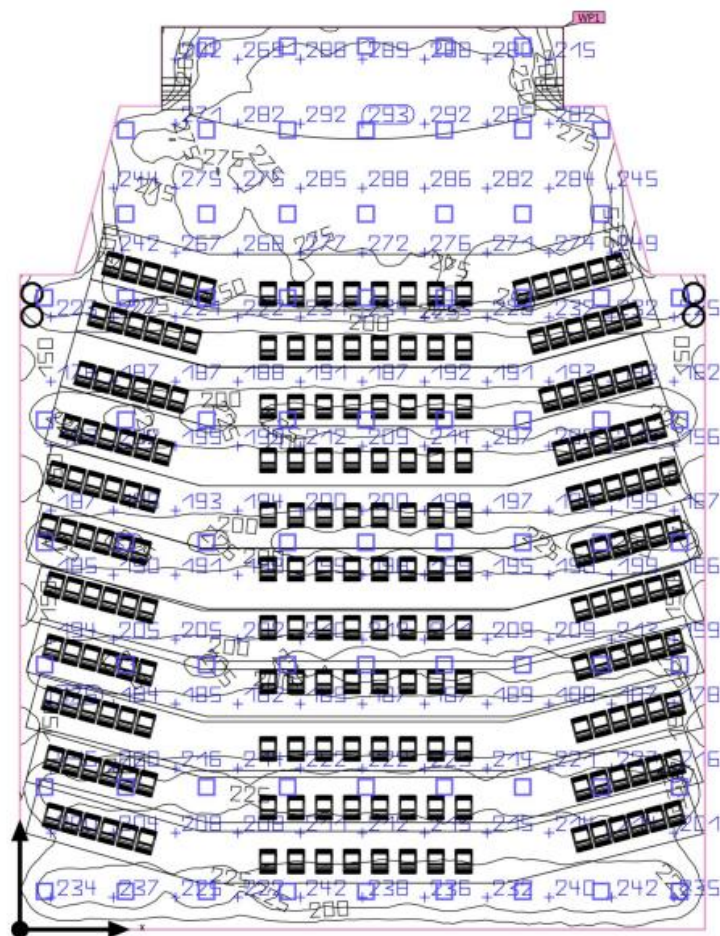


Fig. 6 – Sistemul de iluminat 3



Results

	Symbol	Calculated	Target	Check	Index
Working plane	$E_{\text{perpendicular}}$	220 lx	≥ 200 lx	✓	WP1
	g_1	0.60	-	-	WP1
Consumption values	Consumption	1650 kWh/a	max. 25250 kWh/a	✓	
Room	Lighting power density	2.28 W/m ²	-	-	
		1.04 W/m ² /100 lx	-	-	

Fig. 7 – Rezultatele calculelor pentru sistemul de iluminat 3

Spre deosebire de soluția de iluminat prezentată mai sus, acest sistem este mai eficient deoarece are posibilitate de dimare și control. Acest fapt permite modificarea gradului de iluminat după necesitățile activităților din încăperea. Spre exemplu, după încheierea spectacolului sala trebuie curățată, dar necesită un grad de iluminare mai scăzut, aici intervenind dimarea sistemului de iluminat cu ajutorul protocolului de comunicare și control DALI (Digital Addressable Lighting Interface).

4. Evaluarea eficienței energetice

Sistemul de iluminat 1, format din 139 corpuri de iluminat, fiecare având putere de 26[W], funcționează 32 de ore pe săptămână, la putere maximă, dintre care:

6 ore/zi repetiții, 3 zile pe săptămână (18 ore total)
2 ore/zi spectacol, 2 zile pe săptămână (4 ore total)
2 ore/zi curățenie, 5 zile pe săptămână (10 ore total)
52,14 - săptămâni /a,
Total putere pe sistem: $26 \times 139 = 3614$ [W]

$$E = \frac{P(W) \times t(\text{hr})}{1000} \quad (1)$$

E - energie consumată/ săptămână [kWh], P - puterea [W], t - timpul [h]

$$E = \frac{3614 \times 32}{1000} = 115,648 \text{ [kWh]}$$

$$E_{\text{an}} = E \times \text{total săptămâni/an} \quad (2)$$

E_{an} - energie consumată/an

$$E_{\text{an}} = 115,648 \times 52,14 = 6030,22 \quad [\text{kWh/an}]$$

Sistemul de iluminat 2, format din 73 corpuri de iluminat, fiecare având putere de 22.5[W], funcționează 32 de ore pe săptămână, la putere maximă, dintre care:

6 ore/zi repetiții, 3 zile pe săptămână (18 ore total)
2 ore/zi spectacol, 2 zile pe săptămână (4 ore total)



2 ore/zi curățenie, 5 zile pe săptămână (10 ore total)

52,14 - săptămâni/an

Total putere pe sistem: $22.5 \times 73 = 1642.5$ [W]

$$E = \frac{P(W) \times t(hr)}{1000} \quad (1)$$

E - energie consumată/ săptămână [kWh], P - puterea [W], t - timpul [h]

$$E = \frac{1642.5 \times 32}{1000} = 52.56 \text{ [kWh]}$$

$$E_{an} = E \times \text{total săptămâni/an} \quad (2)$$

E_{an} - energie consumată/an

$E_{an} = 52.56 \times 52,14 = 2740,63$ [kWh/an]

Sistemul de iluminat 3 cu protocol de comandă și control DALI, format din 73 corpuri de iluminat, fiecare având putere de 22.5[W], funcționează 22 de ore pe săptămână, la putere maximă și 10 ore pe săptămână la 70% din putere, dintre care:

6 ore/zi repetiții, 3 zile pe săptămână (18 ore total)

2 ore/zi spectacol, 2 zile pe săptămână (4 ore total)

2 ore/zi curățenie, 5 zile pe săptămână (10 ore total)

52,14 - săptămâni/an

Total putere pe sistem: $22.5 \times 73 = 1642.5$ [W]

Total putere pe sistem dimat: $15.75 \times 73 = 1149.75$ [W]

$$E = \frac{P(W) \times t(hr)}{1000} \quad (1)$$

E - energie consumată/ săptămână [kWh], P - puterea [W], t - timpul [h]

$$E = \frac{1642.5 \times 22}{1000} = 36.135 \text{ [kWh]}$$

$$E_{dim} = \frac{1149.75 \times 10}{1000} = 11.49 \text{ [kWh]}$$

$$E_{an} = E \times \text{total săptămâni/an} \quad (2)$$

E_{an} - energie consumată/an

$E_{an} = 36.135 \times 52,14 = 1884.18$ [kWh/an]

$E_{an \text{ dim}} = 11.49 \times 52,14 = 599.51$ [kWh/an]

$E_{an \text{ total}} = 1884.18 + 599.51 = 2483.69$ [kWh/an]

5. Calculul indicatorilor de eficiență economică

Analiza economică a soluției de iluminat 1:



Perioadă	Consum (kWh)	Preț (lei)
1 oră	3,61	6,87
1 zi	16,52	31,39
1 lună	502,52	954,78
1 an	6 030,22	11 457,41

[3]

Analiza economică a soluției de iluminat 2:

Perioadă	Consum (kWh)	Preț (lei)
1 oră	1,64	3,12
1 zi	7,51	14,27
1 lună	228,39	433,93
1 an	2 740,63	5 207,19

[3]

Analiza economică a soluției de iluminat 3:

Perioadă	Consum (kWh)	Preț (lei)
1 oră	0,28	0,43
1 zi	6,80	10,20
1 lună	206,92	310,38
1 an	2 483,00	3 724,50

[3]

6. Concluzie

Scopul lucrării a fost evaluarea eficienței energetice pentru un sistem de iluminat aferent unei săli de spectacole, unde s-a calculat energia consumată de fiecare soluție pentru a se determina care 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, în ciuda costului mai mare de achiziție și a costurilor de montaj. Costul de exploatare al sistemului 2 este redus cu 55% față de sistemul 1, iar costul sistemului 3 este redus cu 59% față de sistemul 1, datorită posibilității de comandă și control.

BIBLIOGRAFIE

[1] PHILIPS LIGHTING, Iluminatul spatiilor de evenimente, spectacole si concerte, accesat la data de 22.04.2022, <https://www.lighting.philips.ro/educatie/viitorul-iluminatului/educational/iluminatul-spatiilor-de-evenimente-spectacole-si-concerte>

[2] WAGO, Dali, accesat la data de 22.04.2022, <https://www.wago.com/ro/dali>

[3] Calculat, Consum energie electrica, accesat la data de 22.04.2022, <https://www.calculat.org/ro/energie-combustibil/consum-energie-electrica.html>

[4] SR EN 12464-1:2011



STUDIU PRIVIND PROPRIETĂȚILE MATERIALELOR POLIMERICE CU APLICABILITATE ÎN DOMENIUL INGINERIEI INSTALAȚIILOR

Autori

Adrian - Aurel COMAN^{1*}, Denisa - Cosmina POP¹

¹Facultatea de Inginerie a Instalațiilor, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Cluj Napoca, coman_adi77@yahoo.com
(autorul corespondent)

²Facultatea de Inginerie a Instalațiilor, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Cluj Napoca, popdenisacosmina23@gmail.com

Îndrumător

Conf. Dr. Ing. Dana - Adriana ILUȚIU - VARVARA

Facultatea de Inginerie a Instalațiilor, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Cluj Napoca,
dana.adriana.varvara@insta.utcluj.ro

REZUMAT:

Lucrarea prezintă un studiu referitor la proprietățile materialelor polimerice cu aplicabilitate în domeniul Ingineriei Instalațiilor. Se va realiza o analiză comparativă a proprietăților următoarelor materiale polimerice: polietilena, polipropilena, policlorura de vinil și policlorura de vinil clorurată.

Cuvinte cheie

Materiale polimerice, polietilena (PE), polipropilena (PP), policlorura de vinil (PVC), proprietăți.

1. Introducere

Materialele polimerice sunt materiale obținute pe baza de polimeri, prelucrarea acestora efectuându-se la temperaturi la care aceste materiale devin plastice. Aceste materiale polimerice pot fi:

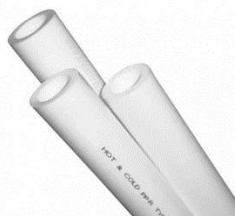
- produse sintetice macromoleculare, utilizate în industrie datorită nivelului ridicat de plasticitate și al proprietăților rentabile pe care le au aceste piese prelucrate;
- în mare parte dure și puțin elastice la presiune și temperatură normală.

Materialele plastice sunt clasificate după următoarele criterii: după modificările tratamentului termic, acestea pot fi: material reactive termic, material termoplastice. În funcție de modalitatea de obținere, materialele pot fi: policondensate, polimerizate și poliaditive. După natura lanțului macromolecular, materialele plastice pot fi: carbocatenari, heterocatenari. În funcție de structură, materialul polimer poate fi: liniar (filiformi), ramificați, și tridimensionali.

În figura 1 sunt prezentate țevi din: polietilenă (PE), polipropilena (PP) și policlorură de vinil (PVC).



[1]



[2]



[3]

Figura 1. Țevi din policlorură de vinil, polietilenă și polipropilenă.



Polietilena este un material plastic care și-a primit această denumire deoarece a fost obținută prin polimerizarea etilenei, având suprafețe interioare și exterioare netede și are o rezistență la temperaturi exterioare până la -30 grade Celsius [4]. Polipropilena se obține prin polimerizarea propilenei. Policlorura de vinil se obține prin polimerizarea clorurii de vinil.

2. Proprietățile generale ale materialelor polimerice

În figura 2 sunt prezentate tipurile de proprietăți ale materialelor plastice.

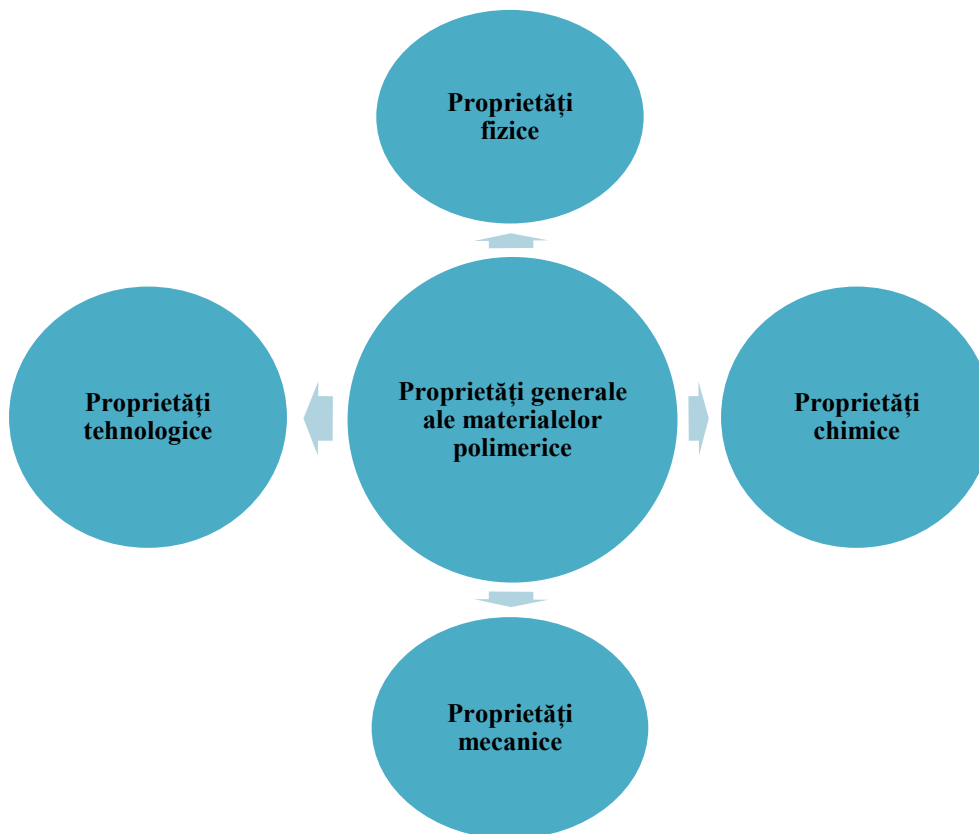


Figura 2. Proprietățile generale ale materialelor polimerice.

Proprietățile fizice ale materialelor plastice sunt: masa volumică (densitatea), temperatura de topire, căldura specifică, conductibilitatea termică, coeficientul de dilatare liniară, conductibilitatea electrică, porozitatea, permeabilitatea față de aer și permeabilitatea la umiditate.

Proprietățile chimice ale materialelor plastice sunt rezistența la coroziune și rezistența la solvenți.

Proprietățile mecanice ale materialelor plastice sunt: rezistența la compresiune, rezistența la încovoiere, rezistența la forfecare, rezistența la șoc, duritatea și plasticitatea.

Proprietățile tehnologice ale materialelor plastice sunt: turnabilitatea, deformabilitatea, sudabilitatea și aşchiabilitatea.

3. Avantajele și dezavantajele utilizării materialelor polimerice

În figura 3 sunt prezentate avantajele utilizării materialelor polimerice în instalații.

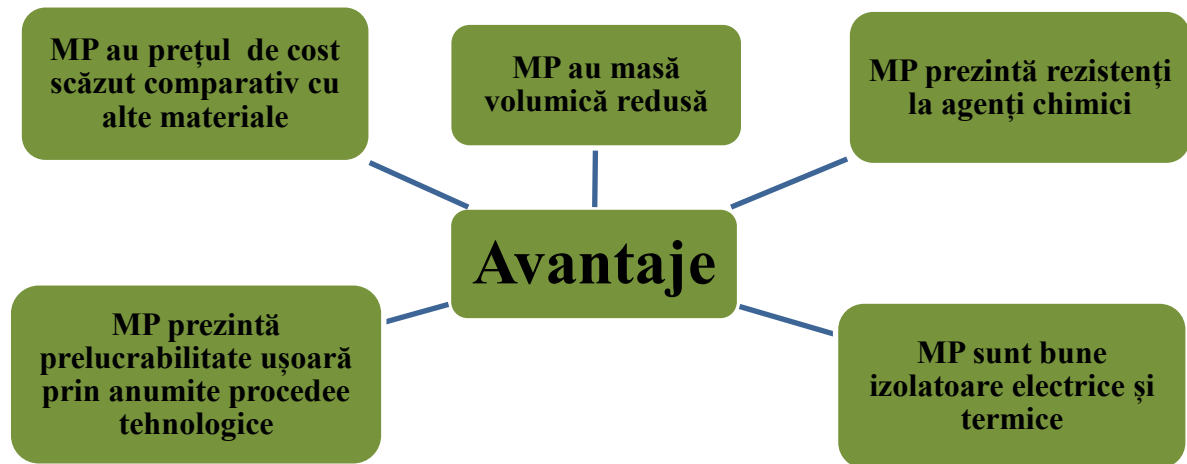


Figura 3. Avantajele utilizării materialelor polimerice (MP) în instalații

Avantajele materialelor polimerice sunt: prețul de cost redus în comparație cu alte tipuri de materiale; prelucrabilitate bună prin anumite procedee tehnologice; faptul că acestea sunt bune izolatoare electrice și termice.

În figura 4 sunt prezentate dezavantajele utilizării materialelor polimerice în instalații.



Figura 4. Dezavantajele utilizării materialelor polimerice (MP) în instalații



Materialele plastice prezintă dezavantaje diferite față de alte tipuri de materiale utilizate în instalații, unul dintre cele mai mari dezavantaje este faptul că materialele plastice nu rezistă la temperaturi ridicate. Un alt dezavantaj se referă la faptul că prin incinerare, degajă emisii de compuși toxici.

4. Analiza comparativă privind proprietățile materialelor polimerice cu aplicabilitate în domeniul ingineriei instalațiilor

În tabelul 1 avem prezentată o analiză comparativă privind proprietățile fizice ale materialelor plastice. În urma acestei analize comparative putem observa că cel mai ridicat punct de topire îl are polipropilena, urmată de policlorura de vinil și apoi polietilena. Totodată polipropilena și polietilena sunt materiale care rezistă la caldura, pe când policlorura de vinil își modifică proprietățile atunci când temperatura crește [5].

Tabelul 1. Analiză comparativă privind proprietățile fizice ale materialelor polimerice.

POLIETILENA (PE)	POLIPROPILENA (PP)	POLICLORURA DE VINIL (PVC)
Punctul de topire		
Polietilena = punctul de topire la variază între 120-130°C	Polipropilena = punctul de topire la variază între 140-175°C	Policlorura de vinil = punctul de topire variază între 150-160°C
Tipul de material		
Polietilena este material termoplastic	Polipropilena este material termoplastic	Policlorura de vinil este termorigidă

În tabelul 2 se prezintă o analiză comparativă privind proprietățile chimice ale materialelor plastice. În urma acestei analize fiecare material polimeric are rezistență chimică față de anumite substanțe chimice, dar prezintă și o slăbiciune la acțiunea altora. Polipropilena este cea mai sensibilă la foc, deoarece se aprinde foarte ușor, pe când polietilena se aprinde mai greu. Polietilena este solubilă în solvenți nepolari, polipropilena este solubilă în substanțele chimice concentrate iar policlorura de vinil reprezintă o rezistență chimică la acțiunea diverselor substanțe.

În tabelul 3 avem prezentată o analiză comparativă privind proprietățile mecanice ale materialelor plastice. Putem observa că: polietilena are rezistență la tracțiune medie; polipropilena are rezistență la tracțiune redusă; policlorura de vinil are rezistență la tracțiune ridicată. Polietilena are alungirea la rupere mai mare sau aproape egală cu 700%, lucru care depinde de tipul de polietilenă. Polipropilena are o alungire la rupere care variază între 200% și 800%, lucru care la fel ca la polietilenă, diferă în funcție de tipul polipropilenei. Policlorura de vinil are o alungire la rupere care variază între 200% și 450% și care depinde de tipul de policlorură de vinil.



Tabelul 2. Analiză comparativă privind proprietățile chimice ale materialelor polimerice.

POLIETILENA (PE)	POLIPROPILENA (PP)	POLICLORURA DE VINIL (PVC)
Rezistența la substanțe chimice		
Polietilena este insolubilă în marea majoritate a solvenților la temperatură normală	Polipropilena este rezistentă la acizii și bazele slabe, la soluții de săruri organice	Policlorura de vinil este rezistentă la acțiunea mării majorității a substanțelor anorganice
Arderea		
Polietilena arde foarte încet, cu flacăra albastră, emanând un miros de parafină	Polipropilena se aprinde ușor, flacăra este albastră cu exterminății galbene	Policlorura de vinil arde în flacăra cu degajare de ceață de acid clorhidric; prin îndepărtarea flăcării se stinge
substanțele chimice în care se dizolva		
Polietilena este solubilă în solvenți nepolari	Polipropilena este solubilă în acizi concentrați, baze concentrate, etc	Policlorura de vinil prezintă o rezistență chimică deosebită la acțiunea anumitor substanțe

Tabelul 3. Analiză comparativă privind proprietățile mecanice ale materialelor polimerice.

POLIETILENA (PE)	POLIPROPILENA (PP)	POLICLORURA DE VINIL (PVC)
Rezistența la tracțiune		
Polietilena = prezinta o duritate și rigiditate scăzută	Polipropilena = prezintă o duritate și rigiditate medie	Policlorura de vinil = prezintă o duritate și rigiditate ridicată
Alungirea la rupere		
Polietilena are alungirea la rupere = >700%	Polipropilena are alungirea la rupere variază între 200 și 800%	Policlorura de vinil are alungirea de rupere variază între 200% și 450%

5. Concluzii

Potrivit analizei comparative a proprietăților materialelor polimerice (polietilena, polipropilena și policlorura de vinil) se poate concluziona faptul că la alegerea materialelor pentru diferite tipuri de instalații se impune o bună cunoaștere a proprietăților acestora. Materialele polimerice sunt materiale care se pot utiliza la: instalații pentru construcții civile; instalații pentru construcții industriale; instalații de rețele exterioare. Polipropilena (PP) este utilizată în instalații termice, polietilena (PE) este utilizată în instalații sanitare și policlorura de vinil (PVC) este utilizată în instalații electrice.

BIBLIOGRAFIE

1. Iluțiu – Varvara D.A., *Materiale de instalații*. Editura U.T. PRESS, Cluj – Napoca, 2020.
2. Horun S., *Aplicațiile materialelor plastice*. Editura Tehnică București, 1975.



Sesiunea Națională de Comunicări Științifice Studentești
Cluj-Napoca 13-14 Mai 2022



3. Iluțiu – Varvara D.A., *Materiale de instalații și chimie aplicată - Îndrumător de lucrări de laborator*. Editura U.T. PRESS, 2016.
4. <https://www.spatiuconstruit.ro/gama-de-produse/evi-si-fitinguri-din-polietilena-pentru-retele-de-distributie-apa-si-gaz/9470> (Accesat la data de 23.04.2022)
5. Florescu A., *Exploatarea lucrărilor de alimentare cu apă și canalizări*. Editura Tehnica, București, 1979.



ÎMBUNĂTĂȚIREA CONDIȚIILOR DE STUDIU ȘI REDUCEREA CONSUMULUI DE ENERGIE ȘI GAZ PRIN AUTOMATIZAREA INSTALAȚIILOR FOLOSIND IoT

Autor/autori

Andrei KOLOZSVARI¹, Raul-Dumitru GÎNSCĂ²

¹Facultatea de Inginerie a Instalațiilor, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, , [e-mail: andrei@smarhome360.ro](mailto:andrei@smarhome360.ro)

²Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, [e-mail: ginscaraul@gmail.com](mailto:ginscaraul@gmail.com)

Îndrumător/îndrumători
Conf.Dr.Ing. Dorin BEU³

³Facultatea de Inginerie a Instalațiilor, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, [e-mail: Dorin.Beu@insta.utcluj.ro](mailto:Dorin.Beu@insta.utcluj.ro)

REZUMAT: În prezent toată lumea este preocupată și îngrijorată de creșterea prețurilor la energie electrică și gaze dar și de impactul negativ asupra mediului din cauza cererii din ce în ce mai crescute pentru aceste resurse. Lucrarea își propune ca prin automatizări smart IoT să optimizeze consumul de electricitate și gaz și să crească nivelul de confort. Se dorește atingerea acestor obiective prin dispozitive smart de ultimă generație, care folosesc Zigbee sau Z-Wave ca protocoale de comunicare. Toate aceste dispozitive sunt conectate la diferite instalații, elemente ale clădirii și sunt integrate într-un sistem de control și de gestiune unitar. Prin acest sistem se asigură comunicarea între toate dispozitivele din clădire, se definesc diferite automatizări, se creează scenarii complexe, se asigură controlul de la distanță, monitorizarea instalațiilor și multe altele. În plus se pot extrage diferite date, se pot genera grafice detaliate, cu ajutorul cărora putem optimiza consumul, reduce emisiile și implicit putem să îmbunătățim calitatea vieții comunității. Proiectul pilot a fost implementat în Laboratorului de Ingineria Iluminatului de la Facultatea de Inginerie a Instalațiilor din cadrul Universității Tehnice din Cluj-Napoca și monitorizează în permanență temperatura, concentrația de CO₂, umiditatea relativă și nivelul de iluminare.

Cuvinte cheie

automatizarea instalațiilor, smart home, IoT, consum de energie

1. Introducere

Termenul IoT (Internet of Things), după cum sugerează și denumirea, se referă la internet și la „lucruri”. Mai exact lucrurile (obiectele, dispozitivele) pe care le folosim zilnic, dar care se conectează la internet. Astfel aceste lucruri pot forma o rețea și pot schimba date în timp real între ele.

Deși numele „Internet of Things” poate fi mai străin, s-ar putea să recunoașteți acest ecosistem conectat ca „smart home” sau „case inteligente”. Aceste sisteme includ diferitele dispozitive IoT care fac viața de zi cu zi mai ușoară și mai sigură. Dispozitivele IoT se găsesc și în afara casei. Acestea pot varia de la o cameră WiFi pentru supravegherea animalelor de companie până la un dispozitiv medical implantat în corp, cum ar fi un stimulator cardiac (pacemaker). Atâta timp cât dispozitivul se poate conecta la internet și are senzori care transmit date, acesta poate fi considerat un dispozitiv IoT.

Lucrarea își propune ca prin automatizări smart IoT să optimizeze consumul de electricitate și gaz, crescând în același timp nivelul de confort în orice clădire existentă sau nouă.



2. Cum funcționează un sistem IoT

Există o mulțime de sisteme IoT pe piață și fiecare vine cu ceva diferit. Sunt sisteme care funcționează doar prin cloud (fără conexiune la internet nu se mai declanșează automatizările), care funcționează local, care folosesc doar ZigBee ca protocol de comunicare, care folosesc doar WiFi sau doar Z-Wave, care integrează produse doar de la un anumit producător, care integrează produse de la mai mulți producători, care permit doar automatizări mai simple, care permit automatizări avansate, șamd.

Pentru acest proiect pilot s-a ales Home Assistant care este un software gratuit și open-source pentru automatizarea locuinței, conceput ca un sistem de control central pentru dispozitivele casnice inteligente, cu accent pe controlul local și pe confidențialitate.

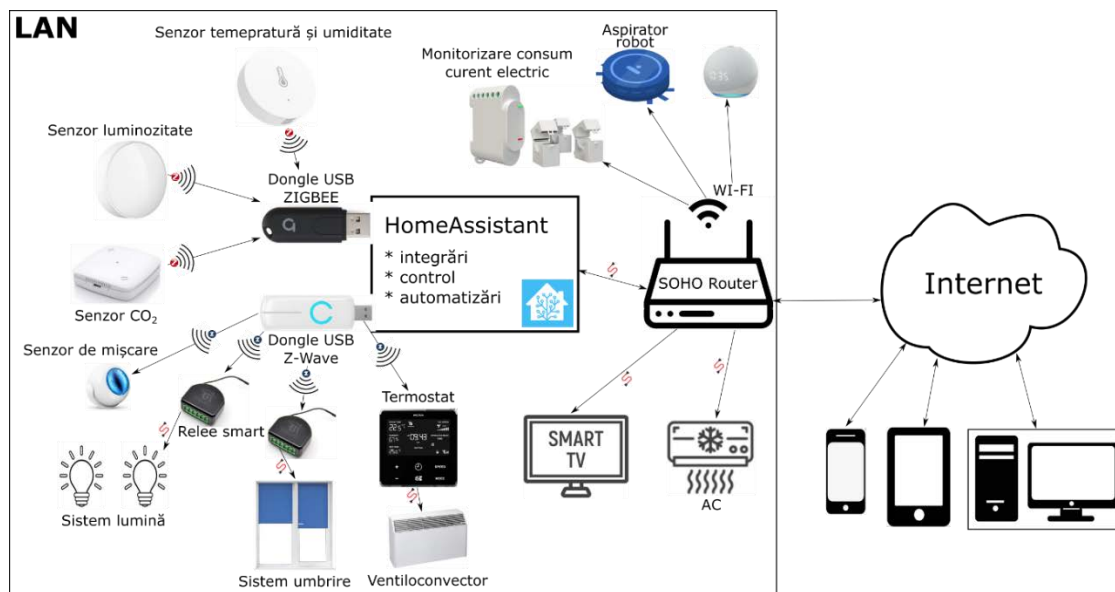


Figura 1. Ecosistem smart

Din câte se poate observa în Figura 1 sistemul studiat:

- comunică fără fir prin protocoalele ZigBee (senzor lumină, temperatură, etc.), Z-Wave (termostat, rele smart, etc.) și Wi-Fi (monitorizare consum electric, sistem media, etc.)
- comunică pe fir cu dispozitive precum televizorul smart, aparatul de aer condiționat, dar poate integra inclusiv sisteme complete cablate KNX care sunt considerate ca fiind profesionale în domeniul automatizărilor
- integrează produse de la diferiți producători, ceea ce înseamnă că putem alege dintr-o gamă foarte variată de produse smart IoT și putem optimiza costurile în funcție de situație
- e un sistem centralizat, ceea ce înseamnă că toată comunicarea dintre dispozitive se întâmplă prin serverul Home Assistant. Se poate realiza o comunicare de la dispozitiv la dispozitiv pe unele protocoale de comunicare, dar numai pentru acțiuni simple (on-off).
- comunicarea între dispozitive și server se realizează local, existând o singură conexiune la internet cu ajutorul căreia se poate monitoriza și controla sistemul de la distanță.

Se pot crea mai multe tablouri de vizualizare, cu acces în funcție de drepturile utilizatorului autentificat, pentru a facilita controlul dispozitivelor conectate cât și pentru a oferi informații despre valorile măsurate și transmise de senzori.

Home Assistant oferă 2 moduri în care se poate crea o automatizare: vizual printr-un formular și prin scrierea codului pentru automatizare. Prin formular se pun la dispoziție selectoare prin care utilizatorul definește evenimentul care declanșează automatizarea, condiția care trebuie îndeplinită pentru a se continua execuția și acțiunea care trebuie să se execute. De exemplu (eveniment) senzorul de prezență a detectat mișcare, (condiția) lumina să fie închisă, (acțiunea) aprinde lumina.



3. Instalațiile care pot deveni smart

Echipamentele și software-ul menționate anterior practic controlează clădirea prin preluarea controlului asupra instalațiilor și a unor dispozitive electronice aflate în aceasta. Câteva exemple de instalații care pot deveni smart ar fi cele pentru:

Iluminat – partea de iluminat se poate automatiza în general cu senzori de prezență sau de mișcare, dar o dată ce avem senzori conectați, aceștia pot fi folosiți și la alte funcții după cum se poate observa la punctele următoare. Cu ajutorul unor senzori de luminozitate și a unor corpuri de iluminat care permit reglarea intensității luminii putem folosi lumina artificială în așa fel încât doar să compenseze lumina naturală, astfel reducând consumul de energie și crescând confortul. Mai mult, cu ajutorul unor corpuri de iluminat care permit reglarea temperaturii culorii putem sincroniza luminile cu lumina naturală pe toată durata zilei pentru a menține ritmul circadian ocupanților. Modul de funcționare a iluminatului se poate modifica prin apăsarea întrerupătoarelor montate pe perete, de pe tabletă, telefon mobil sau chiar și printr-o comandă vocală.

Încălzire – sistemul de încălzire permite reglarea temperaturii pe fiecare zonă în parte, controlul de la distanță, funcționarea după un program presetat de utilizatori. Pentru a eficientiza consumul de energie sistemul poate fi configurat în așa fel încât să funcționeze după orarul facultății. Încălzirea să pornească doar în sălile în care urmează să se țină cursuri pentru a pregăti condițiile optime de climat. De asemenea sistemul poate fi conectat la senzorii de prezență folosiți pentru iluminat și dacă din oarecare motiv nu se prezintă nimeni în sala respectivă sistemul de încălzire să revină pe modul pasiv. Dacă cineva se prezintă în sala respectivă în afara orarului fără să comunice în prealabil acest lucru sistemului prin aplicația mobilă, atunci după o perioadă de ocupare a sălii respective de către utilizator, sistemul poate începe încălzirea încăperii fără intervenția utilizatorului pentru a asigura confortul acestuia. Mai mult, cu ajutorul unor senzori magnetici montați pe fiecare fereastră, sistemul poate detecta starea ferestrei (închis – deschis) și poate opri automat încălzirea pentru a evita consumul de energie inutil.

Răcire – sistemul de răcire poate fi configurat asemănător cu cel de încălzire, cu mențiunea că în prezența unui sistem de răcire se creează unele reguli în sistem în așa fel încât să se evite utilizarea sistemului de încălzire și de răcire în paralel în absolut toate situațiile. La sistemele IoT mai simpliste, care nu pot fi conectate între ele, în care nu comunică automatizările diferitor instalații între ele, ci funcționează independent, există posibilitatea ca sistemul de încălzire să încerce să creeze un climat optim prin încălzirea spațiului în paralel cu sistemul de răcire care încearcă să creeze un climat optim prin răcirea spațiului. Nu e cazul sistemului IoT prezentat în aceasta lucrare, dar trebuie subliniată importanța interacțiunii fiecărui sistem de instalații cu celălalt prin automatizări complexe pentru a ajunge la rezultate eficiente și un confort sporit.

Umbrire – sistemul de umbrire vine în ajutorul sistemului de răcire. Umbrirea de exterior cu rulouri sau jaluzele cu lamele reglabile este cea mai eficientă umbrire, oprind radiațiile solare înainte de a trece prin sticla ferestrei și în felul acesta evitând transferul căldurii în interior. Practic dacă se evită încălzirea încăperii prin umbrirea acesteia, atunci se folosește mai puțin sistemul de răcire, implicit se consumă mai puțină energie electrică. În plus cu sistemul de umbrire se obțin intimitatea și lumină dorită în încăperea respectivă. Mai mult, cu ajutorul unor senzori de luminozitate și a unei stații meteo se poate configura sistemul în așa fel încât în fiecare sală să se obțină lumina naturală maxima posibilă, dar fără a lăsa radiațiile solare să încălzească încăperea.

Ventilație – cu ajutorul unor senzori de calitatea aerului se poate monitoriza concentrația de CO₂ și compușii organici volatili din sălile de curs, iar sistemul să pornească automat sistemul de ventilație pe o anumită treaptă, în funcție de parametrii transmiși de senzori. În lipsa unui sistem de ventilație se poate trimite o notificare către o tabletă, un telefon mobil sau audio prin



sistemul de sonorizare pentru a avertiza ocupanții că ar fi indicat să deschidă o fereastră pentru a permite aerului proaspăt să pătrundă în încăpere.

Securitate – sistemul poate fi extins cu senzori de fum, inundație, gaze, CO, iar în cazul în care un senzor se declanșează sistemul de sonorizare poate fi folosit pe post de sirenă, mai mult poate transmite un mesaj vocal care îndeamnă ocupanții să evacueze clădirea. Sistemul de iluminat poate fi integrat în acest scenariu de evacuare. În cazul unei alarme putem seta sistemul să pornească toate corpurile de iluminat, dar să varieze încet intensitatea și temperatura culorii pentru a fi evident pentru toată lumea că e o problemă în clădire și ar fi bine să se îndrepte spre cea mai apropiată ieșire.

Sistem de alarmă – senzorii de prezență și contactii magnetici menționați anterior pot fi folosiți într-un sistem de alarmă care notifică firma de pază dacă pe perioada nopții detectează activitate într-o parte a clădirii.

Sistem de supraveghere video – holurile, zonele de acces, fațadele de la parter pot fi monitorizate în aceeași interfață cu restul funcțiilor din clădire. Camerele pot funcționa ca niște detectoare de mișcare pentru a transmite notificări, dar noile camere cu inteligență artificială pot analiza imaginile și sunetul în așa fel încât sistemul să recunoască automat oameni, vehicule, obiecte, evenimente. Astfel sistemul de supraveghere video devine mult mai mult decât un simplu sistem cu camere de supraveghere. El poate fi integrat în sistemul smart IoT și se pot crea automatizări avansate pe baza informațiilor transmise de către camere.

Acces Control – accesul în unele părți ale clădirii poate fi restricționat cu ajutorul unor încuietore montate pe ușile existente. Starea acestora (închis – deschis) poate fi monitorizată de la distanță. Cu ajutorul senzorilor de prezență folosiți la iluminat și la sistemul de alarmă se poate afla dacă zona respectivă este ocupată sau liberă. Mai mult, dacă se sincronizează sistemul cu orarul, atunci se poate afișa direct pe telefon când va începe următorul curs în sala respectivă sau se vor putea face chiar și rezervări care vor fi afișate tuturor utilizatorilor.

Sonorizare – se pot amplasa diferite difuzoare în fiecare zonă a clădirii, acestea pot fi conectate la sistem și în acest fel se pot transmite aceleași informații în toată clădirea. Acestea pot fi folosite în același timp și independent de sistem, împreună cu proiectorul video din aceeași sală de exemplu. Tot acestea se pot folosi pe post de sirenă, pentru notificări vocale, muzică ambientală în pauze, etc.

Monitorizarea consumului de energie electrică – prin montarea unor contoare smart în tablourile electrice putem afla consumul general pe clădire, pe o parte a clădirii, pe o sală. Mai mult, cu ajutorul unor relee cu monitorizare de consum putem afla cât consumă un anumit receptor conectat la o anumită priză. Datele acestea se prelucrează și astfel putem reduce consumul în stand-by a întregii clădiri, oprind alimentarea cu energie electrică a tuturor dispozitivelor de care nu avem nevoie, dar care consumă și atunci când nu e nicio persoană prezentă în sală. Studiu de caz

4. Studiu de caz

4.1 Introducere

Locația aleasă pentru studiu de caz este clădirea Universității Tehnice din Cluj-Napoca, sediul Facultății de Inginerie a Instalațiilor, strada B-dul 21 Decembrie 1989, nr. 128-130. Din această clădire am ales două săli: sala I108 unde avem montat sistem de monitorizare și control și sala I109 unde avem montat doar sistem de automatizare. Actual sură de căldura a clădirii este un cazan pe gaz și corpurile de încălzire sunt ventiloconvectoare montate aparent.

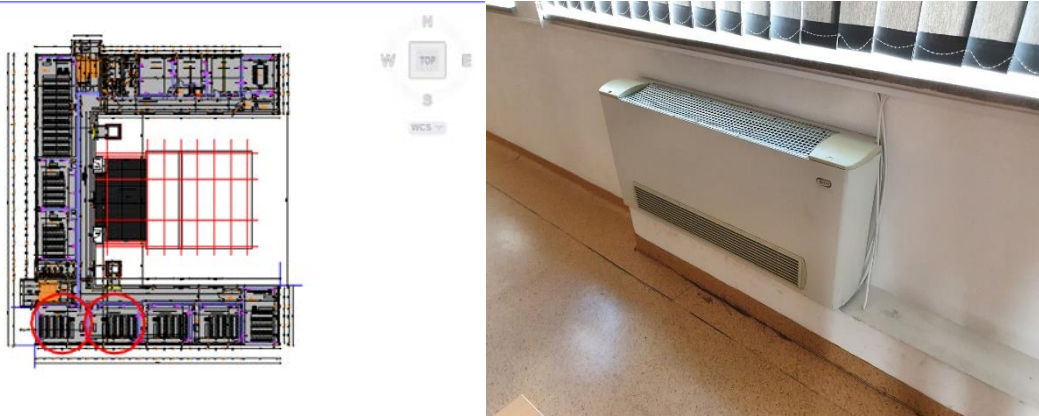


Figura 2 – Situație actuală
Sursă: plan arhitectură, arhivă personală

Sistem de automatizare prezent în sala I109, Interfața sistemului de automatizare

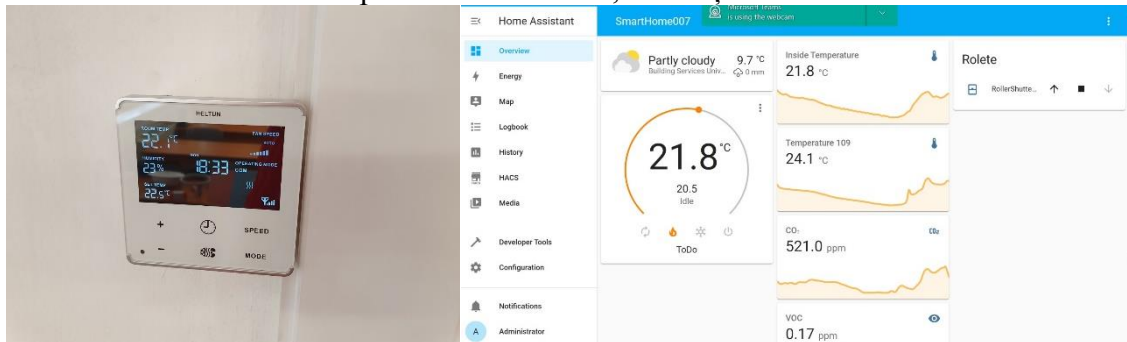


Figura 3 – Interfață sistem de automatizare
Sursă: arhivă personală, screen shot interfață Facultatea de Inginerie a Instalațiilor

4.2 Necesari de căldură

Ipoteze de calcul:

1. Temperatura exterioră 2020: https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html;
2. Temperatura ambientală:
 - 14°C între orele 22-7;
 - 21°C între orele 7-22;
3. Randament cazan 0.98;
4. Necesari de căldură (temperatura exterioră= -18°C, temperatura interioră= 22°C):
 - I108= 2.03 KW;
 - I109= 1.11 KW.

Cu aceste date a fost calculat necesarul de căldură pentru fiecare oră și a fost însumat pe fiecare lună. Pentru a exemplifica economia făcută am mers pe 4 situații de calcul sala I108 automatizată, sala I108 fără automatizare, sala I109 automatizată și sala I109 fără automatizare. Toate datele obținute au fost centralizate în tabelul de mai jos și reprezentate grafic.



Tabelul 1. Centralizator necesar de căldură

	I108 - Automatizat	I108 - Fara automatizare	I109 - Automatizat	I109 - Fara automatizare
Ian	733.42	980.74	401.82	537.32
Feb	557.59	797.28	305.49	436.80
Mar	495.24	741.38	271.33	406.18
Apr	308.02	506.22	168.76	277.34
Mai	168.93	350.45	92.55	192.00
Iun	25.91	57.69	14.20	31.61
Iul	11.61	41.30	6.36	22.63
Aug	4.63	25.12	2.54	13.76
Sep	50.99	136.77	27.94	74.93
Oct	251.64	457.31	137.87	250.55
Nov	530.73	777.23	290.77	425.82
Dec	609.50	856.81	333.93	469.42
	KWh	KWh	KWh	KWh
Total	3748.21	5728.31	2053.54	3138.38
	KWh	KWh	KWh	KWh
Economie		65.43		65.43
		%		%

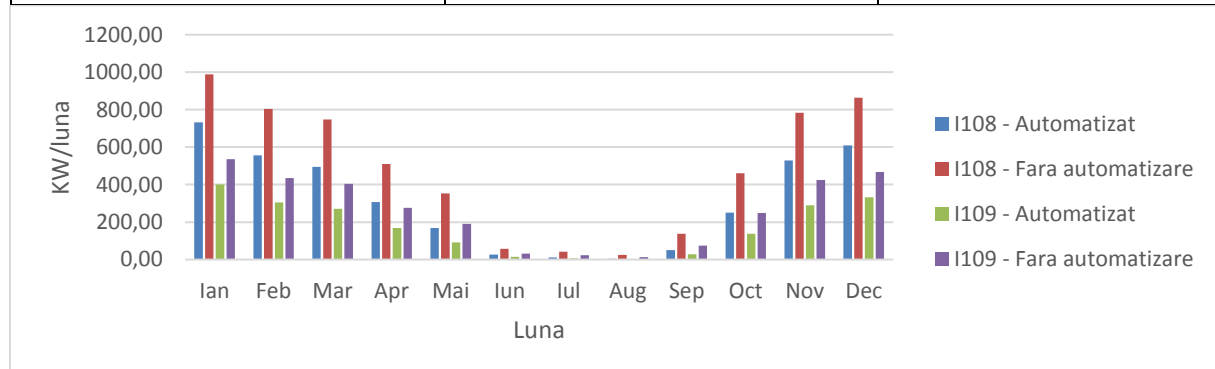


Figura 4 - Comparație necesar 4 situații

4.3 Estimare cost gaz

Pentru estimarea consumului de gaz a cazanului deja existent în camera tehnică din Facultatea de Inginerie a Instalațiilor am luat randamentul cazanului din fișa producătorului. Acest randament de 0.98 este în condițiile de funcționare în capacitate maximă, de aceea am luat și un randament pe care l-am presupus mai apropiat de realitate. Deoarece nu există posibilitatea de măsurare a consumului de gaze sau determinarea lor prin calcule cu parametrii măsurați în realitate, am făcut o parte din calcule și cu randamentul de 0.85 pentru a observa unele diferențe dar cu restul calculelor am mers pe randamentul oferit de producător de 0.98. Prețul gazului a fost luat de pe o factură din Cluj-Napoca. Datele obținute au fost centralizate în tabelul de mai jos și reprezentate grafic.

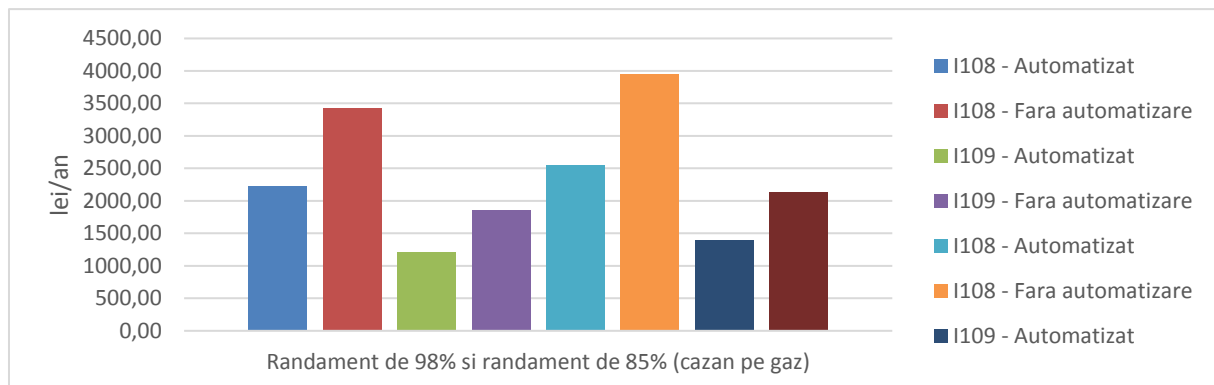


Tabelul 2. Tabel centralizator costuri gaz

KWh - randament 0.85	4409.66	6739.19	2415.93	3692.21
KWh - randament 0.98	3824.70	5845.22	2095.45	3202.43
	KWh	KWh	KWh	KWh
Pret gaz	0.58			
	lei/KWh			
Pret randament 0.85	2557.60	3908.73	1401.24	2141.48
Pret randament 0.98	2218.33	3390.23	1215.36	1857.41
	KWh	KWh	KWh	KWh
	Economie			
Pret randament 0.85	1351.13		740.24	
Pret randament 0.98	1171.90		642.05	
	lei		lei	

Figura 5 - Comparație preț gaz pentru un sezon de încălzire

4.4 Poluarea



Cu consumul de gaz obținut am dorit să studiem impactul clădirii asupra mediului și mai exact cantitatea de CO₂ eliminată în atmosferă timp de un an în condițiile de an climatic tip. Pentru o mai bună înțelegere a impactului asupra mediului a clădirii și importanța automatizării și controlul temperaturii interioare pe timp de sezon de încălzire, am făcut o comparație între CO₂ eliminat de o mașină/km. Am presupus că în clădirea noastră sunt 4 săli de colț precum I108 și 6 săli precum I109, acesta fiind efectul cel mai mic, în reștile sălile celelalte fiind într-o situație mai dezavantajoasă având orientare nordică. Datele obținute au fost centralizate în tabelul de mai jos.

Tabelul 3. Tabel centralizator emisii CO₂

Gaz	348.56	532.69	190.96	291.85
	mc/an	mc/an	mc/an	mc/an
Co₂	662.26	1012.11	362.83	554.51
	kg/an	kg/an	kg/an	kg/an



	Economie		
Co2	349.86		191.68
	kg/an		kg/an

Masina produce	150	gr/km (Co2)	Diesel -2010 - mediu	
10 sali pe nivel	4	1399.43	6	1150.06
	Săli ca 108	kgCo2/an	Săli ca 109	kgCo2/an
Total	2549.48			
	kgCo2/an/nivel			
3 nivele	3	nivele		
Total	7648.45			
	kgCo2/an/cladire			
Echivalent CO2 produs	50990			
	km/an			
10 sali pe nivel	4	4687.59	6	3852.29
	Săli ca 108	lei/an	Săli ca 109	lei/an
Total	8539.88			
	lei/an/nivel			
3 nivele	3	nivele		
Total	25619.64			
	lei/an/cladire			
Total	5123.93			
	euro/an/cladire			

5. Concluzii

• Prioritatea acestui studiu de caz este înțelegerea disconfortului termic creat de clădirile fără automatizare și fără control asupra paramteriiilor aerului interior. În cazul clădirii Facultății de Ingineria Instalațiilor, datorită aportului solar și a sistemelor de automatizare analogice , temperatura ajunge peste 24 °C o temperatură neprielnică activităților din aceasta clădire;

• Un rezultat la fel de important este poluarea realizată în plus doar prin simplu fapt că nu există posibilitatea controlării temperaturii interioare și a concentrației de CO₂, ceea ce conduce la deschideri frecvente ale geamurilor. Împreună cu reducerea poluării, o problemă este necesitatea reducerii facturii de gaz;

• Noi considerăm foarte importantă automatizarea clădirii și optimizarea sistemului de încălzire în primă fază. Urmând ca după alte studii să se modernizeze și partea de ventilare și climatizare pentru a oferi studentilor un spațiu cât mai placut desfășurării activităților.

BIBLIOGRAFIE

1. <https://www.home-assistant.io/getting-started/>
2. <https://www.youtube.com/c/MarkWattTech>
3. <https://www.youtube.com/c/TheHookUp>
4. <https://smarthome360.ro/articole/>
5. https://www.innovasjon Norge.no/globalassets/0-ryddemappe--arkiv/eea-grants/romania/ro-energy/electrification/ro-version/er_6-ghid-conversie-gaze-cu-efect-de-sera_ro.docx;
6. <http://www.mugurbalan.eu/cadru.html>



PANOURILE FOTOVOLTAICE ȘI VARIAȚIA PRODUCȚIEI ENERGIEI ELECTRICE ÎN FUNCȚIE DE ÎNCLINARE

Autor/autori

Bichiș Dan Tudor, Kajántó Attila

Facultatea de Ingineria a Instalațiilor, Universitatea tehnică, Cluj-Napoca
Bichis.Cr.Dan@student.utcluj.ro, Kajanto.Sa.Atila@student.utcluj.ro

Îndrumător/îndrumători

Sl. Dr. Ing. Ciugudeanu Călin

Facultatea de Ingineria a Instalațiilor, Universitatea tehnică, Cluj-Napoca
calin.ciugudean@insta.utcluj.ro

REZUMAT: Înainte de a instala un sistem fotovoltaic, trebuie să avem în vedere și să luăm în considerare mai mulți factori. Unul dintre cei mai importanți factori pe care trebuie să îl luăm în calcul după ce am achiziționat panourile fotovoltaice, este unghiul de înclinare.

Cel mai bun unghi pentru poziționarea panourilor fotovoltaice este între 30° și 45° . Totuși putem monta panouri solare fotovoltaice și la unghiuri cuprinse între 15° și 50° . În afara acestei game de măsuri, sistemul fotovoltaic își pierde performanțele. Sau, dacă acoperișul este plan, se poate monta o structură deasupra acoperișului pentru a monta panourile fotovoltaice la unghiul optim.

În 2013 Guvernul a adoptat legea cu privire la obligativitatea Certificatului de eficiență energetică. Conform estimărilor numai o mică parte a proprietăților din România pot primi calificativ bun pentru eficiența energetică, iar celelalte, ar putea avea nevoie de puțin ajutor. Este important de reținut că un sistem solar fotovoltaic reprezintă un criteriu important pentru a ajuta la obținerea calificativului pozitiv.

Acest unghi de înclinare se determină în funcție de latitudine și altitudine, noi ca de exemplu am luat orașul Cluj-Napoca având o altitudine de aproximativ 340 m, iar calculele le-am efectuat cu ajutorul programului european PVGIS (Photovoltaic Geographical Information System).

Cuvinte cheie:

sistem fotovoltaic, economie, unghi optim înclinare, eficiență energetică

1. Generalități

Sistemele fotovoltaice convertesc radiația solară în energie electrică. Celula fotovoltaică, componenta de bază a unui sistem fotovoltaic, este realizată din materiale semiconductoare ale căror proprietăți le folosește pentru a capta radiațiile solare. Aceste radiații sunt transformate în curent electric continuu, care este transformat, la rândul lui, în curent electric alternativ prin intermediul unor invertoare.



Figura 1. Sistem de panouri fotovoltaice [7]

Un factor care trebuie luat în considerare când instalăm panourile fotovoltaice este să vedem cât spațiu avem la dispoziție pe acoperiș, de exemplu, pentru un sistem fotovoltaic de 3 kWp, este nevoie de un spațiu liber de aproximativ 24 m².

Un alt factor este rezistența structurii acoperișului, deoarece un panou individual nu este greu, dar sistemul în sine, împreună cu structurile de montaj pot cântări 300 kg pentru un sistem fotovoltaic mediu.

Iar ultimul factor care trebuie luat în calcul, este dacă clădirea/casa este sau nu conectată la rețea, majoritatea caselor au o conexiune într-o singură fază, ceea ce înseamnă că este suportat un sistem fotovoltaic până la 4 kWp.

2. Unghiul optim de înclinare al panourilor fotovoltaice

Unghiul optim de înclinare al sistemelor de panouri fotovoltaice pentru a genera maximul de energie este de cca. 35° pentru zona geografică aferentă orașului Cluj-Napoca.

Orice grad de înclinație care variază de la valoarea înclinării optime, va reduce cantitatea de energie electrică produsă. O cantitate suficientă de energie poate fi produsă și în cazul în care gradul de înclinare este de 10% sau 15%. Dar, din punct de vedere cantitativ se va putea observa o diferență majoră. Unghiul de înclinare al acoperișului este mai important decât materialul de construcție al acestuia.

În sezonul rece, unghiul de înclinare este foarte mic. Sistemele folosite ar trebui instalate cu un unghi mai mare, de până la 70°. În lunile de vară soarele atinge cel mai ridicat punct (21 iunie), adică la un unghi de 63° pe orizontală. În acest caz ar fi recomandat ca unghiul să fie mai mic. Pe timpul verii unghiul optim de înclinare este de aproximativ 30°.

3. Studiu de caz

Ca studiu de caz, a fost aleasă o casă din centrul orașului Cluj-Napoca. Imobilul are un singur nivel și un acoperiș de aproximativ 100 m² unde au fost amplasate panourile fotovoltaice. În general, o casă cu 4 persoane consumă cca. 200 kWh, pe lună. Din cauza condițiilor specifice fiecărui imobil, este posibil să nu se poată instala panouri solare la unghiul optim. Panourile solare trebuie amplasate pe acoperiș astfel încât să nu se umbrească între ele, ceea ce implică nevoia utilizării unei suprafețe mai mari.

În debutul studiului s-a calculat producția anuală de energie electrică pentru un sistem fotovoltaic de 1 kWp.

a) Producția medie lunară de energie electrică (1 kWp)

Tabelul 1. Calculul producției energiei electrice medii lunare

1 kWp (1 kilowattpeak)													
E _m : Producția medie lunară de energie electrică din sistemul definit [kWh]													
Inclinare	Ianuarie	Februarie	Martie	Aprilie	Mai	Iunie	Iulie	August	Septembrie	Octombrie	Noiembrie	Decembrie	Producția anuală de energie fotovoltaică [kWh]
0°	29.4	44.0	80.7	107.9	125.5	136.1	141.6	127.4	94.7	65.0	36.4	23.2	1011.9
22,5°	46.5	60.5	97.8	118.8	128.9	136.0	143.4	137.8	112.6	90.0	58.2	39.0	1169.5
38° (optim)	54.5	67.3	103.1	119.1	124.0	128.5	136.7	136.4	117.4	100.2	68.2	46.5	1201.9
45°	56.9	69.1	103.6	117.3	119.8	123.2	131.3	133.4	117.5	102.8	71.3	48.9	1195.1
67,5°	59.9	69.4	97.7	102.8	98.3	97.6	105.2	113.9	108.6	102.8	75.0	52.2	1083.4
90°	55.3	61.4	80.0	75.9	65.3	60.8	66.6	79.9	86.0	89.8	69.2	48.9	839.1

Pentru simularea rezultatelor a fost utilizat programul PVGIS. Primul pas a fost să alegem locația, apoi tipul sistemului fotovoltaic utilizat. După acesta, au fost definite puterea fotovoltaică instalată [kWp] și pierderile sistemului [%].

Tabelul 1 evidențiază producția medie lunară de energie electrică dintr-un sistem definit, având o putere de 1 kWp în funcție de înclinare. După cum se poate observa, unghiul optim este de 38° deoarece, producția anuală este cea mai ridicată, spre deosebire de celelalte grade de înclinare, având valoarea de 1201.9 kWh.

Pentru a ilustra mai bine diferențele dintre acestea pe perioada unui an, am realizat Figura 2, unde se pot observa diferențele foarte clare între lunile de vară și cele de iarnă. De exemplu, la o înclinare de 90° (portocaliu), nici vara nici iarna nu se produce suficientă energie electrică, spre deosebire de înclinarea de 38° (verde) unde se poate observa că în lunile de vară, este o producție mai mare, atingând apogeul de aproape 140 kWh.

Poate apărea întrebarea - de ce să nu se folosească înclinarea de 22,5° (roșu) deoarece aceasta produce mai multă energie electrică vara decât cea de 38°? Deși este adevărat, pe perioada unui an, această înclinare nu este la fel de eficientă și în lunile de iarnă și primăvară, având o producție mult mai mică decât înclinarea de 38°.

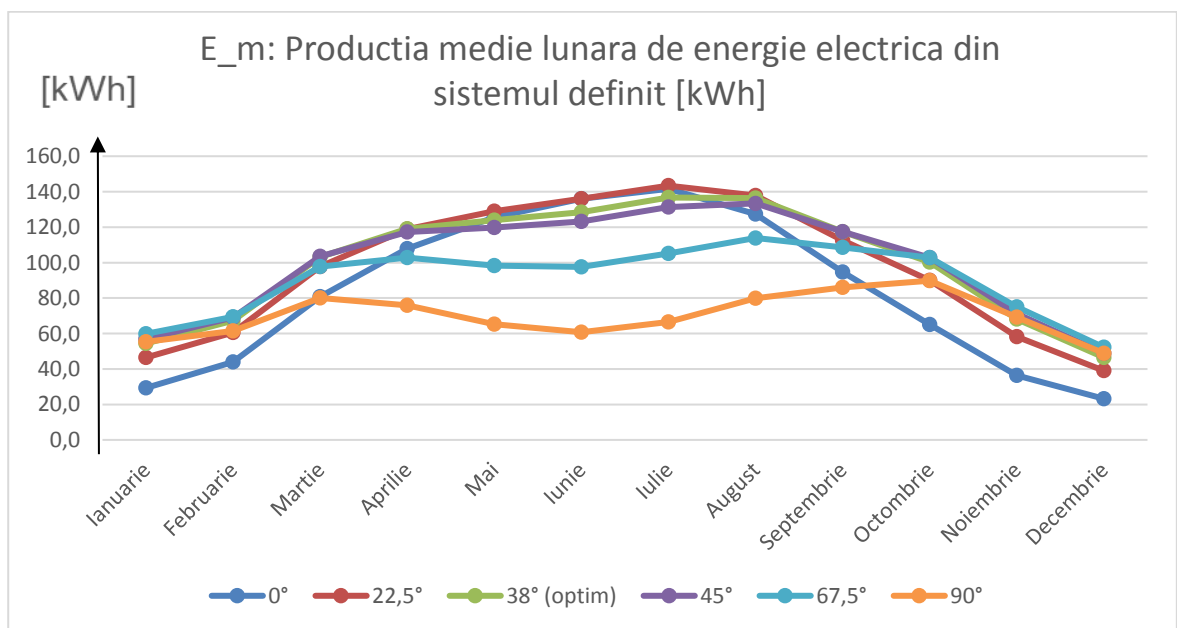


Figura 2. Diagrama producției energiei electrice medii lunare



Au fost de asemenea realizate simulări cu privire la suma medie lunară a iradierii globale pe metru pătrat primit de modulele sistemului dat [kWh/m²].

Tabelul 2. Calculul iradierii globale pe metru pătrat

H(i), m: Suma medie lunară a iradierii globale pe metru pătrat primit de modulele sistemului dat [kWh/m ²]													
	Ianuarie	Februarie	Martie	Aprilie	Mai	Iunie	Iulie	August	Septembrie	Octombrie	Noiembrie	Decembrie	Iradierea anuală în plan
0°	37.1	53.9	98.0	134.8	159.9	176.2	185.1	166.4	120.8	82.2	46.7	30.6	1291.7
22,5°	54.2	71.3	117.9	149.1	165.3	177.3	188.9	181.2	143.6	111.0	69.8	46.5	1476.1
38° (optim)	62.6	79.1	124.4	149.8	159.3	168.0	180.5	179.9	150.1	123.6	81.2	54.5	1513.0
45°	65.3	81.2	125.1	147.6	154.1	161.1	173.7	176.0	150.2	126.9	84.8	57.2	1503.2
67,5°	68.7	81.6	118.0	129.6	127.2	128.5	139.8	150.4	138.9	126.9	89.2	61.0	1359.8
90°	63.6	72.3	97.3	97.4	87.7	84.2	92.6	108.1	110.8	110.8	82.2	57.2	1064.2

Acest tabel reprezintă potențialul de energie pe un metru pătrat de panou fotovoltaic, unde de asemenea se poate observa că și în acest caz înclinația de montaj a panoului implică o diferență în producția sistemului.

În unele cazuri se optează ca înclinarea să fie mai mică (chiar și 10°), deoarece se dorește ca sistemul fotovoltaic să producă mai mult pe timp de vară și mai puțin pe timp de iarnă. Se poate observa că în lunile mai, iunie, iulie, august, unghiul cu cea mai mare producție este cel de 22,5°, dar în lunile octombrie, noiembrie, decembrie, ianuarie acest unghi are cea mai mică producție.

În final, am realizat un tabel în care am calculat numărul de panouri și producția acestora pe o perioadă de un an în funcție de înclinare:

Tabelul 3. Calculul panourilor solare în funcție de înclinare și consum lunar

Calculul panourilor solare în funcție de înclinare și consum lunar														
Consum lunar [kWh]	Consum anual [kWh]	Sistem necesar	Sistem real	Iradierea anuală în plan	Suprafața necesară pentru producerea 1kWp	Suprafața necesară totală	Lungimea panou solar	Lățimea panou solar	Suprafața totală pentru PV	Putere	Putere pentru 1 m ²	PF nec	PV real	Înclinare
[kWh]	[kWh]	[kWp]	[kWp]	[kWh/m ²]	[m ²]	[m ²]	[mm]	[mm]	[m ²]	[W]	[W]	[buc]	[buc]	
600	7200	7,12	8	1291,7	5,57	33,86	2108	1040	2,19232	470	203,665523	15,4448795	16	0°
		6,16	7	1476,1	4,88	29,30						13,3635515	14	22,5°
		5,99	6	1513,0	4,76	28,51						13,003306	14	38° (optim)
		6,02	7	1503,2	4,79	28,67						13,0772936	14	45°
		6,65	7	1359,8	5,29	31,63						14,4255801	15	67,5°
		8,58	9	1064,2	6,77	40,83						18,6255196	19	90°

Simulările realizate în cadrul tabelului 3 au fost făcute ținând cont doar de înclinarea optimă a panourilor și anume cea de 38°:

Pentru a evidenția mai bine am ales un consum mediu lunar de 600 kWh, iar ca panou fotovoltaic s-a ales unul de o putere de 445W. La un consum de aproximativ 600 kWh lunar, avem nevoie de un sistem real de 6 kWp. În funcție de iradierea lunară, sunt necesari 4,76 m² pentru instalarea a 1 kWp, respectiv o suprafață totală de 28,51 m² pentru instalarea a 6 kWp.

Panoul utilizat are ca lungime 2018 mm, 1040 mm lățime și o suprafață de 2,19 m², având o putere de 445 W și de 192.83 W/m². Ulterior s-au calculat panourile solare necesare și panourile solare reale și anume 14 bucăți pentru unghiul optim de înclinare.

Se observă că pentru celelalte grade de înclinare avem nevoie de 16 panouri pentru o înclinare de 0°, 15 bucăți pentru 67.5° înclinare sau respectiv 19 bucăți la 90°.



4. Concluzii

Panourile fotovoltaice sunt, la momentul actual, una dintre cele mai bune opțiuni pentru cei care vor să apeleze la o metodă neconvențională de producere a energiei electrice, să se bucure de un mediu mai puțin poluat, apelând la o sursă regenerabilă și inepuizabilă. Studiul de față ne arată faptul că tehnologia panourilor fotovoltaice ne oferă oportunități nelimitate privind producerea de energie verde atât în cazul clădirilor noi cât și a celor existente. Calculele prezentate sunt efectuate cu ajutorul PVGIS (Photovoltaic Geographical Information System), pentru regiunea Cluj-Napoca, dar acestea pot varia în funcție de regiune. Unghiul optim de înclinare al sistemelor fotovoltaice este foarte important, pentru ca acestea să producă energie electrică la capacitatea lor maximă.

BIBLIOGRAFIE

1. Pvgis; Photovoltaic geographical information system; accesat la data de 19.04.2022 https://joint-research-centre.ec.europa.eu/pvgis-photovoltaic-geographical-information-system_en
2. Altex; Panou solar fotovoltaic; accesat la data de 22.04.2022, https://altex.ro/panou-solar-fotovoltaic-sharp-nujd445-monocristalin-ip68-445w/cpd/SOLNUJD445/?cq_src=google_ads&cq_cmp=16146245518&cq_con=132553273905&cq_term=&cq_med=&cq_plac=&cq_net=u&cq_plt=gp&gclid=CjwKCAjwjZmTBhB4EiwAynRmD_yZQ5Y2Nj5Zf-s89u6PxV_cMeoFxH1tFV5DQQdYXYQi3u7SvMDu3BoCCxEQAvD_BwE
3. E-acumulatori; Unghiul optim de înclinare al sistemelor fotovoltaice; accesat la data de 23.04.2022 <http://blog.e-acumulatori.ro/unghiul-optim-de-inclinare-al-sistemelor-fotovoltaice/>
4. ANRE; Energie electrică; Legislație; accesat la data de 23.04.2022, <https://www.anre.ro/ro/energie-electrica/legislatie/prehuri-si-tarife-ee>
5. Mathaus; Ghid practice despre panourile solare; accesat la data de 23.04.2022, <https://mathaus.ro/blog/ghid-practic-despre-panourile-solare---tipuri-de-panouri-solare-pasi-de-instalare-si-avize-necesare-art46>
6. Wikipedia; Clima româniei; accesat la data de 23.04.2022, https://en.wikipedia.org/wiki/Climate_of_Romania
7. Amar solar energy; Panouri solare fotovoltaice; accesat la data de 23.04.2022, <https://amarsolarenergy.ro/panouri-solare-fotovoltaice-sisteme-fotovoltaice-panouri-fotovoltaice-panouri-fotovoltaice-casa-verde-aviz-atr-proiectare-sisteme-fotovoltaice-documente-racordare-la-retea/>
8. Engie; Sisteme fotovoltaice notiuni de bază; accesat la data de 22.04.2022, <https://www.engie.ro/sistemele-fotovoltaice-notiuni-de-baza-despre-tehnologie/>
9. Solar focus; Articol panourile solare mereu spre sud; accesat la data de 22.04.2022, <https://www.solarfocus.ro/articol-panourile-solare-mereu-spre-sud.html>

PREMII

Premiul	Numele și prenumele autorului/autorilor	Instituția de învățământ	Titlul lucrării	Îndrumător / îndrumători	Punctaj mediu (din 100)
1	Andrei KOLOZSVARI Raul-Dumitru GÎNSCĂ	UTCN Facultatea de Inginerie a Instalațiilor	Îmbunătățirea condițiilor de studiu și reducerea consumului de energie și gaz prin automatizarea instalațiilor folosind IoT	Dorin BEU	99,00
2	Dan Tudor BICHIȘ Attila KAJANTO	UTCN Facultatea de Inginerie a Instalațiilor	Panourile fotovoltaice și variația producției de energie electrică în funcție de înclinare	Călin CIUGUDEAN	97,00
	Răzvan-Nicolae TUREAN	UTCN Facultatea de Inginerie a Instalațiilor	Utilizarea sistemelor fotovoltaice în alimentarea cu energie electrică a refugiiilor montane	Călin CIUGUDEAN	97,00
3	Norbert SZASZ	UTCN Facultatea de Inginerie a Instalațiilor	Sisteme de control al iluminatului	Dorin BEU	95,00
	Marian-Dan RODILĂ Alexandru-Andrei VODĂ	UTCN Facultatea de Inginerie a Instalațiilor	Evaluarea eficienței energetice pentru un sistem de iluminat aferent unei săli de spectacole	Călin CIUGUDEAN	95,00
Mențiune	Adrian-Aurel COMAN Denisa-Cosmina POP	UTCN Facultatea de Inginerie a Instalațiilor	Studiu privind proprietățile materialelor polimerice cu aplicabilitate în domeniul ingineriei instalațiilor	Dana ILUȚIU-VARVARA	90,00
	Denisa-Cosmina POP Adrian-Aurel COMAN	UTCN Facultatea de Inginerie a Instalațiilor	Studiu privind proprietățile materialelor compozite cu matrice plomerică cu aplicabilitate în domeniul ingineriei instalațiilor	Dana ILUȚIU-VARVARA	90,00



Comisia 3

- **„Căi ferate, drumuri și poduri - CFDP”**
- **„Inginerie urbană și dezvoltare regională - IUDR”**
- **„Măsuratori terestre și cadastru - MTC”**

1. **Conf. dr. ing. Sanda NAȘ – președinte**
2. Șef lucr. dr. ing. Mircea BONDREA
3. Șef lucr. dr. ing. Mădălina CIOTLAUȘ
4. Șef lucr. dr. ing. Andrei CLITAN
5. Șef lucr. dr. ing. Alexandra DANCIU
6. Ing. Minerva CRIȘAN
7. Student/Masterand Andrei Dorel SARA
8. Masterand Mihai Dorin ISAC

- Membri supleanți:

1. Șef lucr. dr. ing. Raluca GÂLGĂU
2. Șef lucr. dr. ing. Dorin BĂRBÂNȚĂ
3. Șef lucr. dr. ing. Vladimir MARUSCIAC



TITLUL LUCRĂRII

Realizarea unei hărți topo-batimetrice cu ajutorul tehnologiilor moderne de măsurare de tip stație totală, sistem GNSS, dispozitiv UAV, sonar

Autor/autori

Kiss G. Norbert^{2*}

Vlad-Cristian TRIF^{1*}

Robert I. BANCIOIU^{3*}

¹Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Cluj Napoca, vlad_trif24@yahoo.com

²Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Cluj Napoca, ing.kiss.norbert@gmail.com

³Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Cluj Napoca, robertbancioiu@gmail.com

Îndrumător/îndrumători

Conf.dr.ing. Adrian RĂDULESCU

Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Cluj Napoca, adrian.radulescu@mtc.utcluj.ro

REZUMAT: Pentru realizarea hărții s-a folosit aparatura: Stație totală robotizată Leica TS 16P+, Hi-Target V90 Plus GNSS RTK System și dispozitiv UAV de tip quadcopter Dji matrice m210 rtk v2, navomodel tip Discovery Boat. Măsurătorile au fost realizate în județul Sibiu în localitatea Săcădate. Prelucrarea datelor s-a făcut cu ajutorul aplicațiilor AutoCad, Agisoft Metashape Professional, Global Mapper, Pix4D Mapper, 3Dsurvey.

Cuvinte cheie

Batimetrie, Point Cloud, curbe de nivel, DSM,

1. Descrierea aparaturii

1.1. Stație totală Leica VIVA TS 16 P+



Specificatii:

- Deviație standard 5”
- Precizie măsurare prisma: 1mm+1.5ppm
- Acuratețe compensator 0.5 “
- Distanța maximă de măsurare cu prismă rotundă GPH1 – 3500 m
- Fixare Automata Tinta (ATR) Prisma GPH1P, GPR1 la 1500/1000m și 360° GRZ4, GRZ12 1000m/1000m
- Măsurare cu laser fără prismă – distanța maximă 500 m



1.1. 1Controller Leica CS 20



Specificatii:

- Ecran 5", Landscape
- Memorie internă 2GB
- Memorie RAM 1GB
- Tastatura QWERTY cu 67 taste
- Camera de 5MP

1.2 GPS RTK Hi-Target V90



Specificatii:

Număr de canale: 220

– Receptioneaza semnale de la sateliti: NAVSTAR GPS, GLONASS, SBAS, GALILEO, BDS, QZSS.

Precizii:

- Inițializare RTK: 10 sec
- Orizontal static: +/-2.5 mm + 1 ppm
- Vertical static: +/-5 mm + 1 ppm
- Orizontal RTK: +/-1 cm + 1 ppm
- Vertical RTK: +/- 2 cm + 1 ppm

1.3 Dronă Dji Matrice 210 RTK V2



Drona Matrice 210, include o cameră FPV care permite operatorului să fie cu ochii pe direcția quadcopter-ului, în orice moment.

Aceasta va permite, de asemenea, unui al doilea operator să aibă un control deplin asupra camerei utilizată pe platformă.

DJI Matrice 210 are suport pentru o gama de camere: Z30, X4S, X5S sau XT.



Sistemul dual de acumulatori Matrice 200/ 210 dispune de un sistem de baterii dublu, pentru a furniza redundanta, in timpul zborului.

DRONE	
Distanța de zbor	2000-5000 m
Senzori de altitudine	Da
Senzori de coliziune	Da
Timp de zbor	25-30 minute
Transmisie in timp real	Da
Gimbal	Da

1.3.1 Camera si Gimbal Dji Zenmuse X5S



Echipat cu un senzor Micro 4/3, Camera Zenmuse X5S are 12.8 stopuri pe scara dinamica, si o rezolutie de 20.8 MP, imbunatatind senzitivitatea culorilor, in comparatie cu precedentul X5R. Zenmuse X5S suporta pana la 8 lentile (include cele pentru zoom) cu o distanta focala intre 9mm si 45mm (echivalentul cu 18mm-90mm pe o camera de 35mm), venind cu o flexibilitate mai mare.

2. Prezentarea Soft-urilor de prelucrare a datelor

2.1 AutoCad

AutoCad 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.

Printre caracteristicile principale ale AutoCAD-ului se pot enumera:

- Crearea unor construcții geometrice corecte;
- Existența obiectelor grafice și multiplele posibilități de definire a acestora de către utilizator;
- Posibilitățile de editare a elementelor grafice;
- Existența unui sistem de cotare și hașurare foarte elaborat;
- Capacitatea de modelare în două și trei dimensiuni;



2.2 3DSurvey

3DSurvey este un produs software de sine stator prin care se poate procesa zborul fotogrammetric obținut cu drona. Pe lângă funcțiile pe care le poate face programul Pix4D Enterprise, 3D Survey-ul are și funcții CAD, de desenare, realizare de profile și calcule de volume. De asemenea, programul mai are și o funcție specială prin care poate să realizeze modele 3D cu ajutorul videogramelor. În cadrul acestui proiect, acest program l-am utilizat pentru realizarea modelului 3D al navomodelului.

2.3 Pix4D Mapper

Pix4D Mapper este un produs software de sine stator prin care se poate procesa zborul fotogrammetric obținut cu drona. Practic, cu ajutorul fotogrammelor, acest program realizează nori de puncte, modele 3D, ortofotoplanuri și DSM-uri (Digital Surface Model). De asemenea, acest program permite și o editare a norului de puncte și are și unele funcții CAD de bază, cum ar fi desenarea de polilinii. În cadrul acestui proiect, acest program l-am utilizat pentru prelucrarea fotogramelor și realizarea modelului 3D al zborului.

2.4 ArcGis Pro

ArcGis Pro este un program de tip GIS (Geographical Information System), de cartografiere și analiză spațială, cu care se pot realiza și hărți și planuri geografice. În cadrul acestui proiect, acest program l-am utilizat pentru realizarea hărții tematice batimetrice.

3. Prezentarea zonei de interes

Zona de interes se situează în județul Sibiu, în apropiere de localitatea Săcădate, într-o zonă de agrement piscicolă.



4. Etapa de măsurători

Primul pas a fost alegerea metodelor de lucru. Pentru acest proiect am ales o gamă largă de metode și aparaturi: drona, stație totală, GPS, navomodel cu sonar. Drona am folosit-o pentru ridicarea topografică a terenului din jurul lacului, stația totală pentru determinarea GCP-urilor, și, în combinație cu navomodelul echipat cu sonar, pentru ridicarea batimetrică, GPS-ul a fost folosit pentru determinarea bornelor folosite pentru stația totală și pentru ridicarea topografică a conturului lacului.



Ajunsi pe teren, primul pas a fost determinarea bornelor pentru statia totala. Aceste borne au fost determinate cu ajutorul GPS-ului in sistem RTK.

Dupa determinarea bornelor, a urmat punerea in statie a aparatului, prin metoda retrointersectiei.

Dupa ce a fost setat aparatul, a urmat etapa de determinare si materializare a GCP-urilor. Determinarea a fost facuta cu ajutorul statiei totale, iar materializarea s-a facut cu spray. Desi suprafata masurata este relativ mica (~2.5 ha) fiind potrivite si materializarea a 4 GCP-uri, dat fiind lacul care actioneaza ca o „gaura”, fotografiile efectuate cu drona neputandu-se alinia din cauza lipsei detaliilor, pentru acest proiect am determinat si materializat un 10 nr. de GCP-uri.

Dupa determinarea si materializarea GCP-urilor, s-a putut trece la zborul cu drona. Zborul a fost efectuat prin metoda single grid, la un overlap de 80% si 75%, si la o altitudine de 75m. Pentru aceste setari, un numar de 272 de fotografii au fost efectuate.

Concomitent cu zborul dronei, s-a putut trece la ridicarea batimetrica a fundului lacului. Pentru a masura adancimea lacului, am folosit un sonar 1D, atasat la un navomodel. Insa aceasta metoda are o problema: atat navomodelul cat si sonarul nu au un GPS incorporat care sa poata masura in sistem STEREO 70. Pentru a rezolva aceasta problema, a fost atasat navomodelului o prisma 360, pentru a putea efectua citiri cu statia totala robotizata.

Dupa terminarea zborului cu drona si a navigatiei cu navomodelul, a mai ramas de masurat partea ce nu s-a putut masura cu drona sau cu navomodelul, si anume conturul lacului si cota suprafetei lacului. Pentru a efectua aceasta masuratoare, s-a recus la un GPS RTK.

De asemenea, la fata locului s-a efectuat si o filmare a navomodelului, care v-a fi folosita mai tarziu in efectuarea modelului 3D a navomodelului.

5. Etapa de prelucrare a datelor

Dupa terminarea etapei de masurare, urmeaza etapa de prelucrare a datelor. Aceasta etapa a inceput cu prelucrarea zborului cu drona, prelucrare care s-a efectuat in programul Pix4D Mapper.

Concomitent cu prelucrarea zborului s-a prelucrat si ridicarea efectuata cu statia totala si GPS-ul, in Autocad.

De asemenea, s-a prelucrat si filmarea navomodelului si s-a realizat modelul 3D al acestuia. Acest model 3D nu este necesar pentru proiect dar a fost ales pentru a arata capabilitatile programului 3D Survey.

La final, ridicarea efectuata cu drona si cea efectuata cu GPS-ul si statia totala s-au imbinat intr-un singur fisier CAD, dupa care s-a efectuat DSM-ul care a fost prelucrat mai departe in ArcGis pentru a realiza harta topo-batimetrica a obiectivului.

BIBLIOGRAFIE

1. <https://leica-geosystems.com/products/total-stations/robotic-total-stations/leica-ts16>
2. <https://en.hi-target.com.cn/v90-plus-gnss-rtk-system>
3. [Drona Profesionala DJI Matrice 200/ 210/ RTK, Rezistenta la intemperii, 38 min zbor | GNEX](#)
4. [Camera si Gimbal Dji Zenmuse X5S, 5.2K, 20Mpx , pentru Inspire 2 | GNEX](#)
5. <https://3dsurvey.si/>
6. <https://www.pix4d.com/product/pix4dmapper-photogrammetry-software>
7. <https://www.arcgis.com/>



APLICAȚII PRACTICE ALE FOTOGRAMETRIEI ȘI ALE SCANARII 3D ÎN CONSTRUCȚII

Autor

A. PARFENE¹

¹Facultatea de Construcții, Universitatea Transilvania din Brașov, andrei.parfene@student.unitbv.ro

Îndrumător/îndrumători

Conf. dr. ing. R. MUNTEAN²

Facultatea de Construcții, Universitatea Transilvania din Brașov, , radu.m@unitbv.ro

Ing. F. A. MEREUTA³

FPIP-VIITOR, Brașov, felicia.mereuta@gmail.com

REZUMAT: *Industria construcțiilor este responsabilă pentru mai mult de 36% din consumul global de energie și pentru aproape 40% din totalul emisiilor de CO₂. Ca urmare, estimarea și reducerea impactului asupra mediului înconjurător reprezintă o necesitate de luat în considerare în toate etapele de existență ale unei construcții. Pentru aceasta, noile tehnologii folosite în proiectarea, execuția și urmărirea în timp a construcțiilor permit o mai bună gestiune și estimare a resurselor folosite. Lucrarea de față prezintă o aplicație practică de utilizare a unor astfel de noi tehnologii, precum fotogrammetria și scanarea 3D cu ajutorul unor echipamente moderne (drone, scanere laser și programe software).*

Cuvinte cheie

Fotogrammetrie, drone, scanare 3D, construcții.

1. Introducere

Conceptul de dezvoltare durabilă a luat naștere în 1972, la Stockholm, în cadrul Conferinței Națiunilor Unite, unde, reprezentanți din peste 100 de țări și-au exprimat îngrijorarea cu privire la modul în care activitatea umană afectează mediul înconjurător [1].

Industria construcțiilor este una dintre activitățile umane cu un impact major asupra mediului, fiind responsabilă pentru mai mult de 36% din consumul global de energie și pentru aproape 40% din totalul emisiilor directe și indirecte de CO₂ [2]. Ca urmare, estimarea și, mai apoi, reducerea impactului pe care construcțiile îl au asupra mediului, a devenit o necesitate în prezent, fiind parte integrată din procesul de proiectare. Mai mult, acest impact ar trebui luat în considerare în toate etapele de existență ale unei construcții: de concepție, proiectare, execuție, utilizare și mai apoi de deconstrucție sau post-utilizare.

Se poate construi durabil pe baza unor modele conceptuale de performanță, cu un impact redus asupra mediului, folosind materiale reciclate și/sau materiale cu un consum redus de resurse primare și de energie încorporate, precum și prin utilizarea unor noi tehnologii care să permită o mai bună gestiune și estimare a resurselor folosite.

Astfel de tehnologii moderne se bazează pe utilizarea dronelor și a scannerelor 3D, a camerelor cu termoviziune, a imprimantelor 3D, a modelelor de evaluare a impactului pe întregul ciclu de viață al materialelor de construcții, pe proiectarea integrată BIM și GIS sau pe aplicarea sistemelor fizice cibernetice.

Politica națională cu privire la eficiența energetică, promovată prin Legea 121/2014 [3] definește obiectivele specifice și măsurile de îmbunătățire a economiilor de energie aferente tuturor sectoarelor economiei naționale, referindu-se printre altele și la:



- introducerea tehnologiilor eficiente din punct de vedere energetic în industrie, a sistemelor moderne de măsurare și control și a sistemelor de gestionare a energiei, pentru monitorizarea, evaluarea continuă a eficienței energetice și prognozarea consumului de energie.

1.1. Definiții și informații generale

Fotogrammetria poate fi definită ca o tehnologie de a obține informații fiabile despre obiectele fizice și mediul înconjurător prin procesul de înregistrare, măsurare și interpretare a imaginilor fotografice [4]. Ca urmare, aceasta este o metodă de măsurare și analiză a unei suprafețe tridimensionale care se bazează pe fotografii.

Cele mai frecvente aplicații ale fotogrammetriei sunt în domeniul arheologiei, al cartografierii și al modelării 3D. Deoarece fotogrammetria se bazează pe imagini, există limitări fizice atunci când aceste imagini sunt ale unui obiect care are suprafețe întunecate, strălucitoare sau transparente. În aceste cazuri, modelul produs conține adesea „goluri”, astfel încât este necesară o „curățare” suplimentară cu ajutorul unor programe software.

Fotogrammetria poate fi utilizată eficient de către arhitecți, proiectanți și ingineri constructori în toate etapele de realizare a unei construcții:

- *planificarea amplasamentului* se bazează pe măsurători amănunțite pentru a crea un proiect precis care îi poate ajuta pe arhitecți să înțeleagă zona înainte de a construi;
- *în faza de proiectare*, unele decizii privind orientarea clădirii, dimensiunea și aspectul general, sunt mult mai simple atunci când sunt proiectate într-o redare vizuală precisă;
- *în procesul de construcție și utilizare* - o reprezentare vizuală este utilă nu numai în timpul procesului de proiectare, ci și în timpul execuției și după construcție; monitorizarea procesului de construcție este mai ușoară atunci când există o referință clară și ușor de urmărit vizual.

Prin fotogrammetrie și fotogrammetrie aeriană se pot măsura, determina metric și reprezenta grafic și fotografic porțiuni din suprafața pământului sau alte obiective de interes. Metoda fotogrammetriei aeriene cu ajutorul dronelor poate fi privită ca un supliment sau ca un înlocuitor pentru fotogrammetria terestră și domeniile conexe, cum ar fi topografia sau cadastrul.

Scanarea 3D este o metodă similară, care se bazează pe scanarea unei suprafețe tridimensionale cu ajutorul unui laser, prin țintirea un fascicul de lumină într-o zonă și măsurarea acestuia în timp ce este reflectat de obiectele întâlnite. Scanerul repetă această operație de mii de ori pe minut cu mici modificări ale unghiului, rezultatul fiind o hartă a măsurătorilor punctelor laser numită *nor de puncte*, în baza căruia, arhitecții și inginerii pot genera planuri 2D și 3D precise ale construcției.

Arhitecții, proiectanții de structuri și echipele de constructori au nevoie de astfel de planuri precise pentru a începe lucrarea și de detalii amănunțite pe parcursul executării pentru a se asigura că totul funcționează așa cum trebuie. Scanarea cu laser 3D în construcții oferă acest nivel de detaliu și control.

Ambele metode descrise mai sus sunt folosite în construcții pentru a realiza o mai bună planificare și executare a proiectelor. Fotogrammetria este folosită pentru a măsura și analiza suprafețele terestre, iar scanarea 3D este folosită pentru a măsura și analiza suprafețele construite [4].

Drona, sau *UAV* (Unmanned Aerial Vehicle), este o aeronavă / aparat de zbor fără pilot sau un aparat de zbor pilotat la distanță. Zborul dronei poate fi controlat la distanță cu ajutorul unui pilot uman aflat pe teren, sau este realizat autonom, cu ajutorul unor calculatoare și programe speciale. Termenul *drone* este mai frecvent folosit în misiuni militare, în timp ce termenul *UAV* – termenul inițial adoptat – se folosește mai larg în toate celelalte aplicații [5].



România face parte din Uniunea Europeană și, prin urmare, trebuie să respecte reglementările privind dronele instituite de Agenția pentru Siguranța Aviației din Uniunea Europeană (EASA). În plus față de aceste reglementări, România are și reglementări specifice.

Până anul trecut, legislația nu era clară în ceea ce privește utilizarea dronelor, iar acesta poate fi unul dintre motivele pentru care dronele nu au fost încă folosite în sectorul construcțiilor. Chiar dacă dronele au fost prezente în România în ultimii 10 ani, scopul principal al acestora a fost acela de monitorizare sau de sursă de vizualizare aeriană pentru diferite companii care dezvoltă infrastructură precum autostrăzi sau drumuri naționale.

Există un mare potențial și interes din partea sectorului construcțiilor, în special pentru implementarea proiectelor la scară largă, unde o dronă poate face procesul mai eficient și mai rentabil [6]. Monitorizarea șantierelor de construcții de mari dimensiuni este unul dintre cele mai dificile aspecte ale gestionării proiectelor de construcții. Perspectivele aeriene pot îmbunătăți urmărirea progresului și pot detecta problemele din timp, înainte ca acestea să devină costisitoare sau să întârzie programul unui proiect.

Dronele pot ajuta la efectuarea de studii aeriene, la cartografierea topografică, rezultatele imaginilor obținute cu ajutorul acestora fiind foarte diverse:

- ortofotografii și ortomosaice;
- nori de puncte;
- modele digitale de teren (DTM) și modele digitale de suprafață (DSM);
- modele 3D;
- imagini brute.

2. Studiu de caz

Lucrarea de față prezintă o aplicație practică a fotogrammetriei și a scanării 3D, tehnologii folosite pentru refacerea planurilor arhitecturale și de detaliu pentru o construcție industrială (hală), necesare în vederea reabilitării și renovării acesteia. Aplicația face parte din programul de dezvoltare a proiectului RecoverIND [4], coordonat de Facultatea de Construcții din cadrul Universității Transilvania din Brașov, proiect cofinanțat prin programul Erasmus+ al Uniunii Europene. Ca urmare, aplicația are și un caracter educativ, putând fi folosită ca model în procesele de predare-învățare în instituții de învățământ superior sau școli profesionale.

Construită în anii 60', hala industrială din figura 1 urmează să intre într-un proces de renovare necesar noilor procese de producție ce urmează a se desfășura în interior. Pornind de la necesitatea realizării unei documentații tehnico-economice, s-au ales aceste 2 tehnologii, fotogrammetria și scanarea 3D, ca modalități de realizare a unui relevu detaliat într-un timp relativ scurt.



Figura 1. Poziționarea de ansamblu și fațada construcției studiate (fotografii din dronă).



Pentru realizarea acestui proiect s-au folosit următoarele echipamente și programe software:

- pe teren: drona (UAV), tableta, laptop, scanner 3D,
- in birou: stație de lucru, software: Agisoft Metashape, Archicad, Revit.

2.1. Utilizarea dronelor pentru obținerea detaliilor exterioare

Pe teren, prin folosirea unei drone, au fost realizate aproape 500 de fotografii, imagini de rezoluție mare, 4k. Acestea au fost procesate ulterior cu ajutorul software-ului Agisoft Metashape pentru a obține un *nor de puncte*. Etapele de lucru pentru procesarea imaginilor sunt următoarele [7]:

- inserarea imaginilor în programul Metashape;
- inspectarea imaginilor încărcate, ștergerea imaginilor neutilizabile;
- alinierea fotografiilor;
- construcția norului de puncte (figura 2);
- construcția rețelei de puncte (3D polygonal model);
- generarea texturilor;
- construcția ortofotoplanurilor (figura 3);
- construcția modelului digital de elevație (DEM) (figura 4);
- obținerea modelelor digitale de teren și de suprafață (DTM/DSM);
- exportarea rezultatelor.

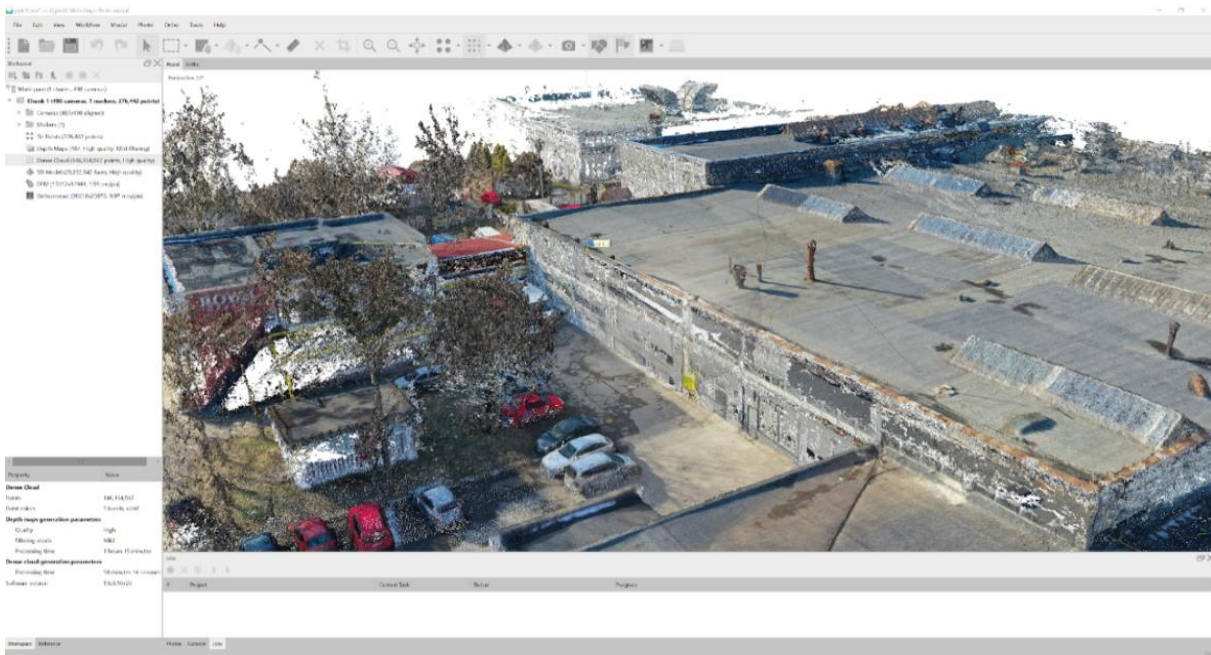


Figura 2. Nor dens de puncte generat în urma importului de imagini în programul software.

Ortofotoplanul se obține prin post-procesarea imaginilor, proces ce corectează distorsiunea acestora și le unește pentru a crea o *hartă ortomosaică*. Fiecare pixel dintr-o imagine poate fi folosit pentru a obține măsurători precise, cum ar fi distanțe și suprafețe.

Modele digitale de teren (DTM) și modele digitale de suprafață (DSM)

Fiecare pixel din modelele DSM și DTM conține informații 2D (X și Y), precum și altitudinea (Z) în cel mai înalt punct. Aceste modele pot fi folosite, de exemplu, pentru a determina înălțimile clădirilor scanate, modelarea peisajului, modelarea clădirilor și pentru aplicații de vizualizare.



Figura 3. Ortofotoplan.

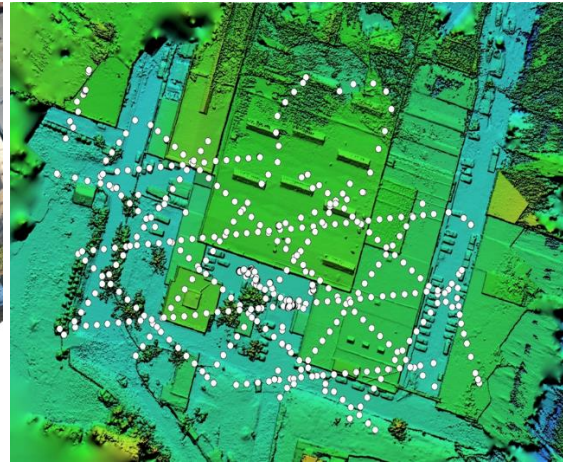


Figura 4. Modele digitale de teren (DTM).

Ortofotoplanul și modelul digital de teren, obținute prin prelucrarea norului de puncte realizat cu drona, urmând etapele de lucru ale software-ului Agisoft Metashape au fost importate în programul de proiectare Archicad. S-au extras informațiile necesare (distanțe și înălțimi) care au fost folosite pentru realizarea planului de situație prin suprapunerea ortofotoplanului cu acesta.

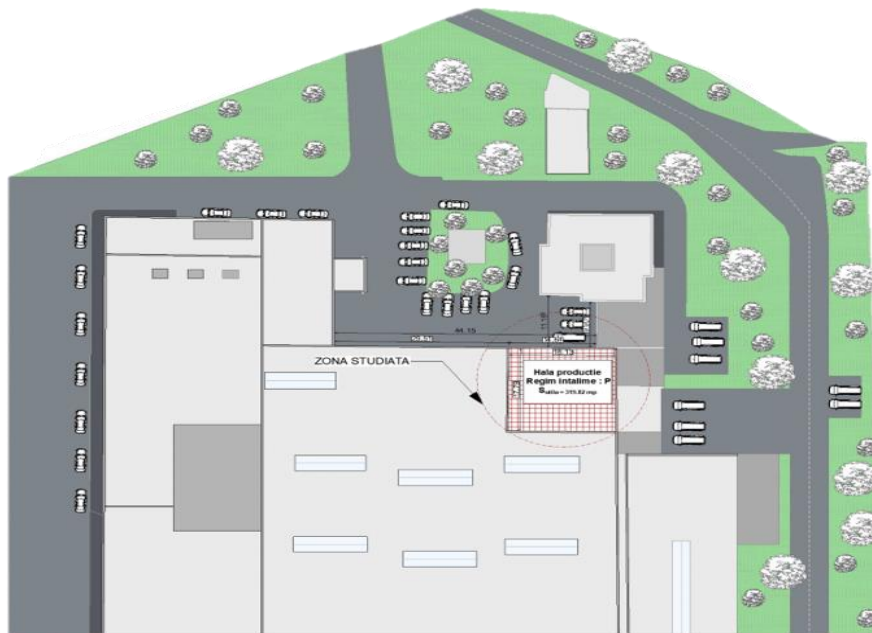


Figura 5. Planul de situație rezultat.

2.2. Obținerea detaliilor interioare cu ajutorul tehnologiei de scanare 3D

Spațiul interior al halei industriale a fost scanat cu ajutorul unui echipament laser 3D. Etapele procesului de scanare sunt următoarele:

- întreaga suprafață este împărțită în zone mai mici și după fiecare scanare suprafețele scanate sunt aliniate (figura 6);
- scannerul 3D folosește lumini laser pentru a identifica geometria unui obiect; odată capturate punctele, se generează un nor dens de puncte, care poate crea un model 3D;
- norul de puncte obținut este salvat într-un format care poate fi recunoscut de programe software precum Archicad, Revit, Autocad. etc.

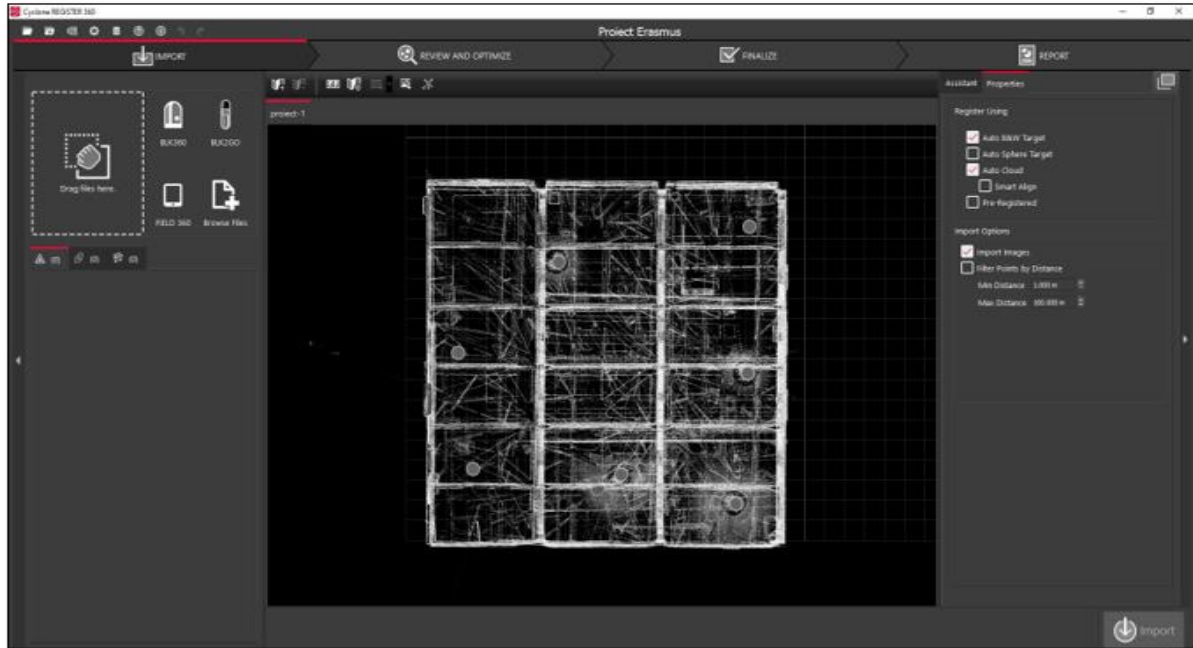


Figura 6. Realizarea norului de puncte cu ajutorul scanner-ului 3D.

Informațiile obținute de la scanner-ul 3D sunt procesate în programul de lucru Revit sau Archicad pentru realizarea planurilor arhitecturale. Folosind norul dens de puncte se pot genera detalii ale elementelor structurii de rezistență și ale celor de închidere și compartimentare, care dau o imagine clară și prelucrabilă, utilă în realizarea desenelor tehnice (figura 7). De asemenea, s-a realizat un model 3D al clădirii, în care s-a urmărit în detaliu arhitectura exterioară a acesteia, detaliind toate elementele.

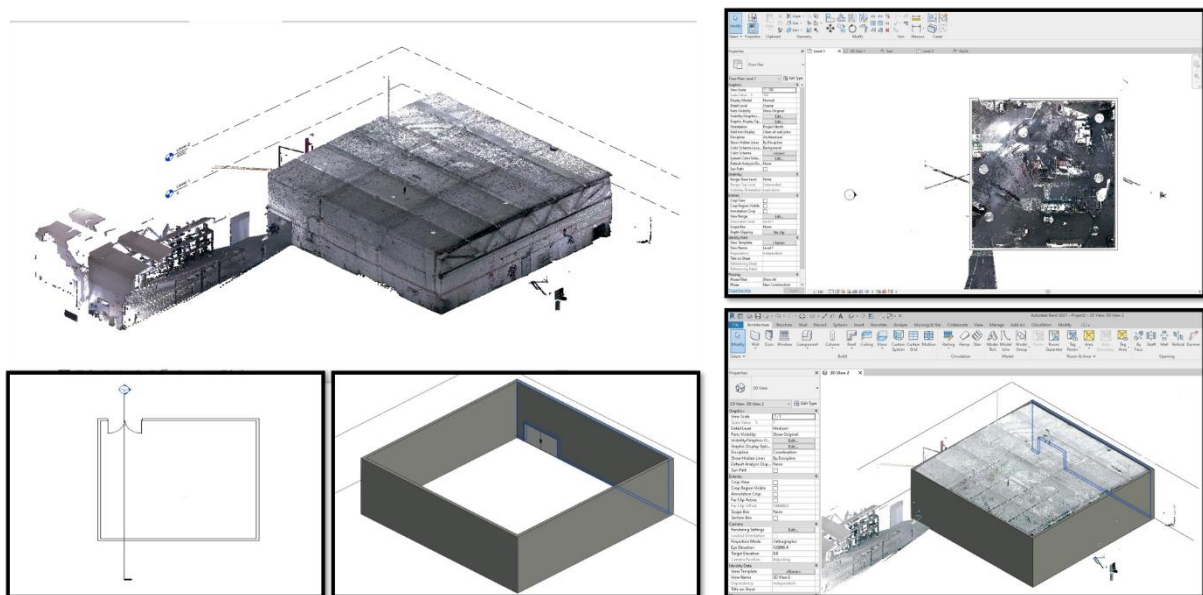


Figura 7. Procesarea norului de puncte în programul Revit.

Norul de puncte obținut cu drona și cel obținut cu scannerul 3D pot fi procesate împreună. Rezultatele sunt precise și oferă informații care, în mod clasic, ar fi fost obținute într-o perioadă mai lungă de timp. În acest fel au putut fi realizate planurile parter (figura 8), fațade (figura 9) sau secțiuni (figura 10).

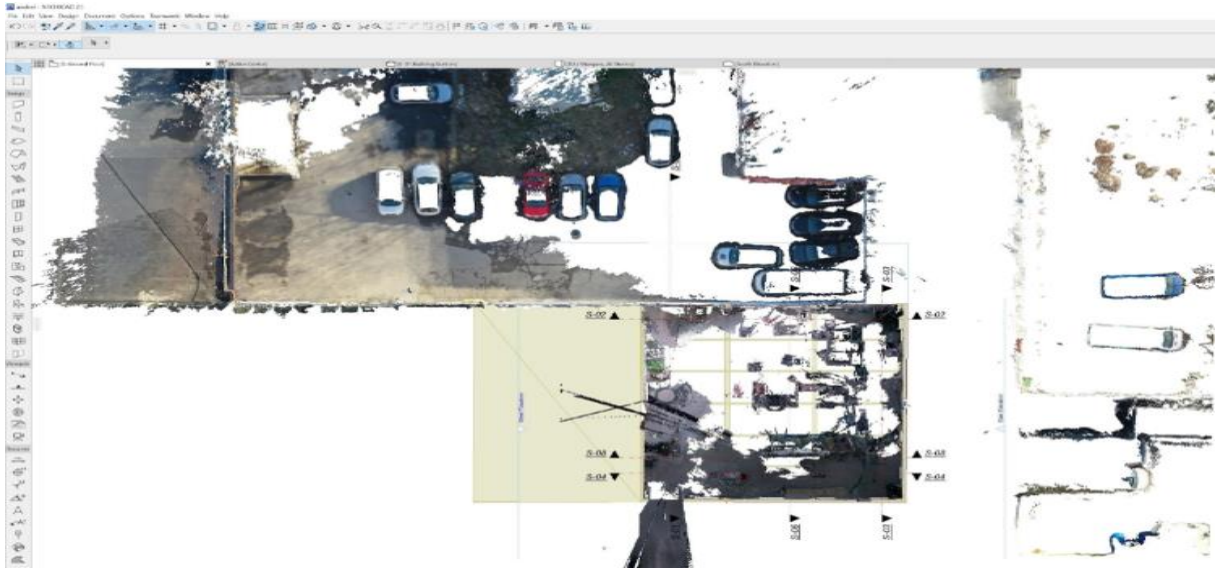


Figura 8. Norul de puncte obținut prin suprapunerea imaginilor din drona și scanare 3D.

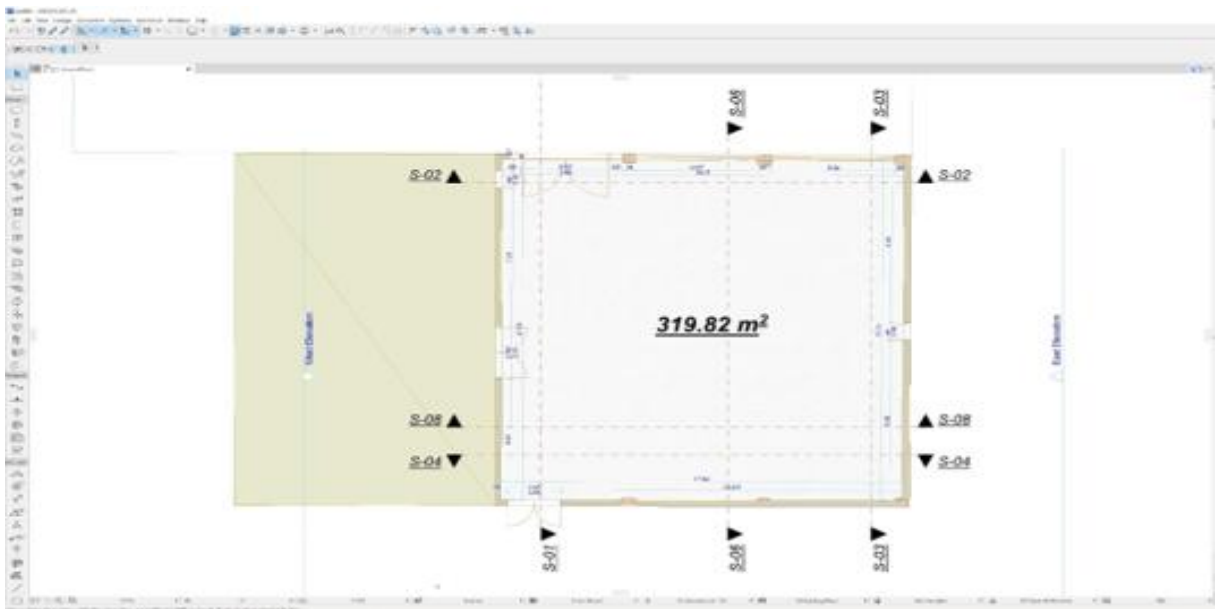


Figura 9. Planul parter.

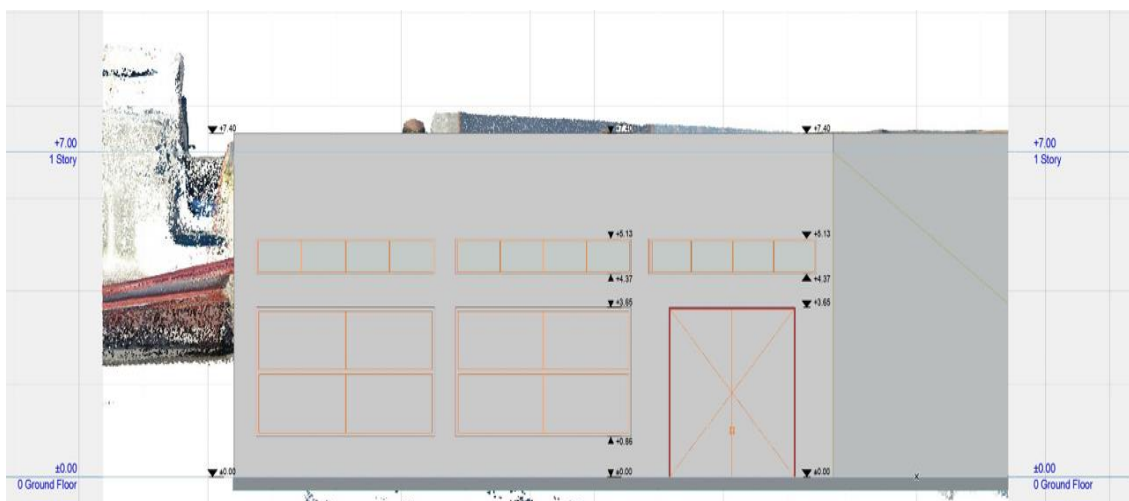


Figura 10. Fațada principală.

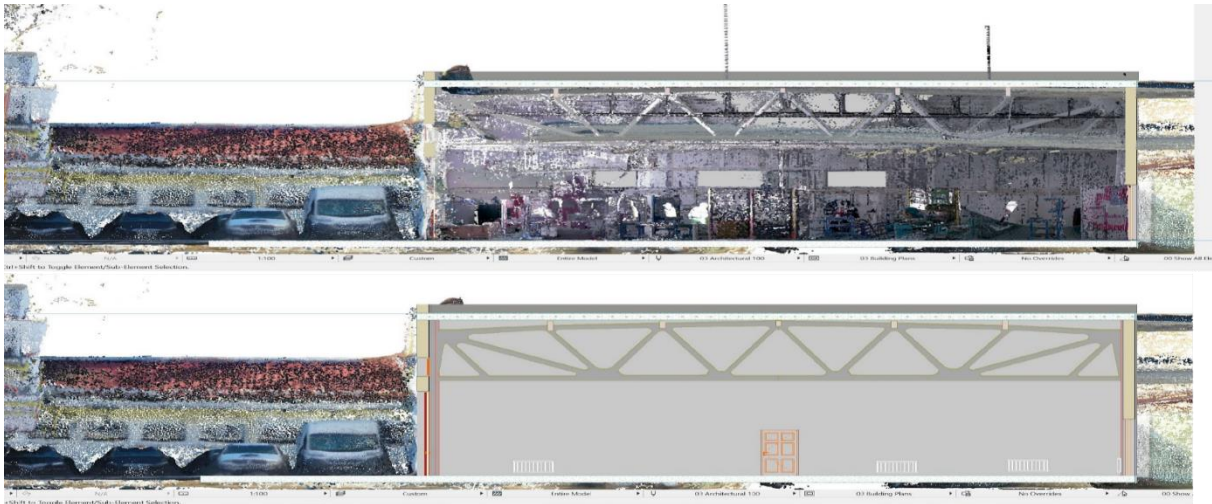


Figura 10. Secțiune transversală.

3. Concluzii

Scopul acestei aplicații practice a fost realizarea unui relevu pentru o construcție industrială fără a folosi mijloacele și uneltele clasice de măsurare. Relevuul a fost realizat pe baza unui nor de puncte obținut cu ajutorul unui scanner 3D și o drona dotată cu o cameră foto de rezoluție înaltă, imaginile fiind procesate cu ajutorul unor programe software. În baza imaginilor digitale obținute și prelucrate, s-au putut întocmi mai multe desene tehnice: planul de situație, planul parter, fațada principală, precum și secțiuni ale halei, toate la un nivel de detaliere ridicat.

Printre avantajele acestor tehnologii moderne se pot enumera:

- precizie mare pentru măsurătorile realizate;
- scurtarea timpului petrecut pe teren pentru măsurători;
- accesibilitate în zonele periculoase sau greu accesibile;
- având posibilitatea de a extrage informațiile necesare din prelucrarea și utilizarea norului de puncte, nu mai este nevoie de vizite multiple pe teren pentru verificări sau achiziția de date suplimentare.

Dezavantajele majore ale tehnologiilor sunt costurile (încă) mari, atât pentru achiziția instrumentelor și echipamentelor, cât și a programelor software necesare prelucrării ulterioare a datelor obținute. De asemenea, lipsa unor programe de instruire teoretică și practică la nivelul instituțiilor de învățământ superior și profesional poate reprezenta o piedică în adoptarea lor la scară mare în sectorul construcțiilor.

BIBLIOGRAFIE

1. Handl, G., *Declaration of the United Nations conference on the human environment* (Stockholm Declaration), 1972 and the Rio Declaration on Environment and Development, 1992. United Nations Audiovisual Library of International Law, 11, 6 (2012).
2. IEA. GlobalStatus.Report.for.Buildings.and.Construction.2019.Available_online: <https://www.iea.org/reports/global-status-report-for-buildings-and-construction-2019> (accesat în 10 februarie 2022).
3. Legea nr. 121 / 2014 privind eficiența energetică în România.
4. Task O1-A2, RecoverIND project - Ecological and Innovative technologies for recovering industrial areas from LCA and Energy Efficiency point of view - 2020-1-RO01-KA203-080223, www.recoverind.eu.
5. Educational for Drone (eDrone) - 574090-EPP-1-2016-1-IT-EPPKA2-CBHE-JP, <https://bit.ly/3xTsPWY>.
6. <https://uavcoach.com/drone-laws-in-romania/>
7. Agisoft Metashape user manual, https://www.agisoft.com/pdf/metashape-pro_1_5_en.pdf.



Măsurile de reducere a accidentelor pe drumuri

Autor/autori

Dinadra T. GROZA¹, Denis V. RUS²

Flaviu V. FODOREAN³, Diana M. HORA⁴

¹Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, [e-mail:diandragroza@yahoo.ro](mailto:diandragroza@yahoo.ro).

²Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, [e-mail:rusdenis31@yahoo.com](mailto:rusdenis31@yahoo.com).

³Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, [e-mail:fodorean.flaviu97@yahoo.com](mailto:fodorean.flaviu97@yahoo.com).

⁴Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, [e-mail:diana.hora@icloud.com](mailto:diana.hora@icloud.com).

Îndrumător/îndrumători

Prof.Dr.Ing. Andrei F. CLITAN⁵

⁵Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, [e-mail:Andrei.Clitan@cfdp.utcluj.ro](mailto:Andrei.Clitan@cfdp.utcluj.ro).

REZUMAT: Siguranța circulației este un element esențial în asigurarea unei rețele eficiente de transport. În acest articol se prezintă principalele cauze de producere a accidentelor rutiere la nivelul țării noastre, precum și măsuri de reducere a acestora.

Cuvinte cheie

Siguranța circulației, accidente rutiere, reducerea accidentelor.

1. Introducere

Infrastructura rutieră este cea mai utilizată cale de transport, așadar se poate observa o creștere a gradului de motorizare și a vehiculelor care frecventează drumurile. Atât în cazul mașinilor de tonaj cât și în cazul mașinilor mici. Acest aspect are o influență negativă asupra numărului de accidente.

În contextul unui transport mai sigur, este necesară aplicarea unor măsuri de reducere a accidentelor.

2. Statistici și cauze ale accidentelor pe drumuri

Accidentele rutiere reprezintă una dintre cele mai populare cauze ale mortalității atât în Europa cât și în țara noastră. Numărul tot mai mare de autovehicule face ca traficul rutier să fie infernal de multe ori. Acest aspect contribuie la comiterea accidentelor auto însă nu este cel mai important motiv pentru care numărul de accidente devine din ce în ce mai mare.

Câteva dintre cele mai frecvente cauze care stau la baza producerii accidentelor auto sunt:

-**Nerespectarea regulilor de circulație.** Ca urmare a unei analize a cauzelor care stau la baza comiterii accidentelor rutiere se constată faptul că nerespectarea regulilor de circulație reprezintă una dintre cele mai populare cauze. Neacordarea de prioritate, depășirea autovehiculelor atunci când este interzisă, trecerea pe culoarea roșie a semaforului, utilizarea telefonului mobil în timpul condusului, etc. Acestea sunt doar câteva dintre regulile de circulație care sunt cel mai adesea încălcate de către șoferi.



Conform raportului poliției, în anul 2020, principalele cauze ale accidentelor rutiere au fost:

1. Viteza neadaptată la condițiile de drum;
2. Traversare neregulamentară a pietonilor;
3. Abateri ale bicicliștilor;
4. Neacordare de prioritate pietonilor.

-Nivelul scăzut la care se află infrastructura rutieră din țara noastră. Lipsa investițiilor în dezvoltarea infrastructurii și nepăsarea autorităților care ar trebui să se ocupe de acest domeniu de activitate sunt doar câteva dintre motivele pentru care multe dintre străzile din țara noastră sunt într-o stare îndoielnică din punct de vedere funcțional ceea ce contribuie la numărul de accidente de pe drumurile noastre.

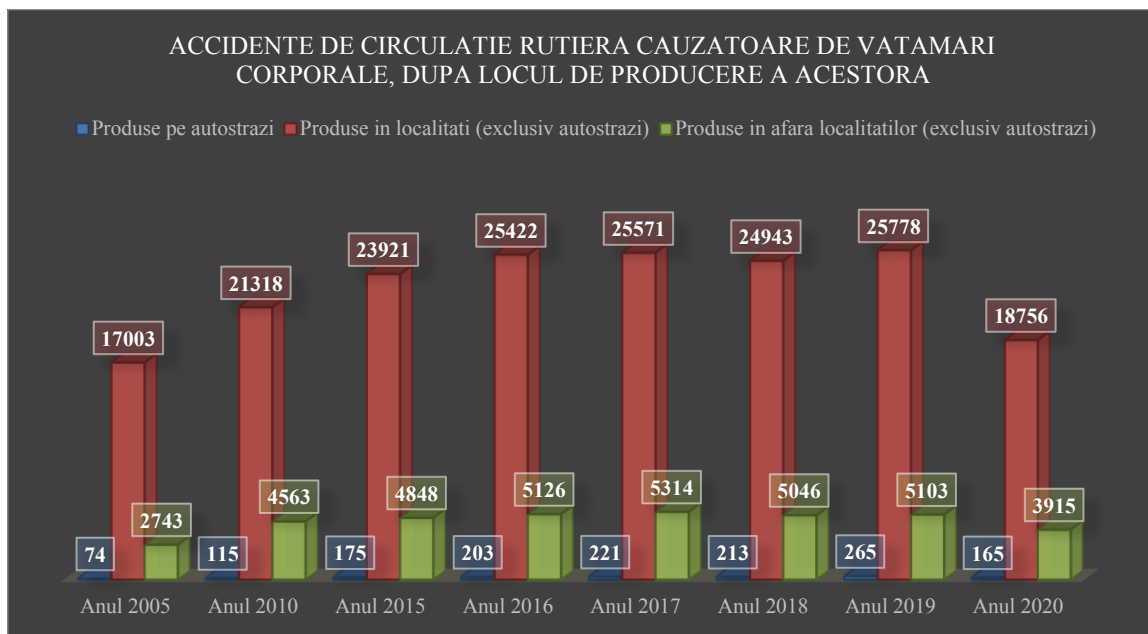


Figure 1

În figura 1 este ilustrat acest fapt, astfel în cât putem observa că rata de accidente este mai mare pe drumurile naționale, județene sau expres în localități cât și în afara localităților decât pe autostrăzi. Lipsa acestora este un mare dezavantaj privind producerea accidentelor. Accidente produse pe carosabilul uscat sunt datorate mai multor cauze precum îmbracămintea rutieră deteriorată, iar a celor produse pe carosabilul umed, înghețat, se datorează neadaptării vitezei de deplasare condițiilor meteo cât și a posibilelor întârzieri a intervenirii autorităților pentru a dezăpezii.

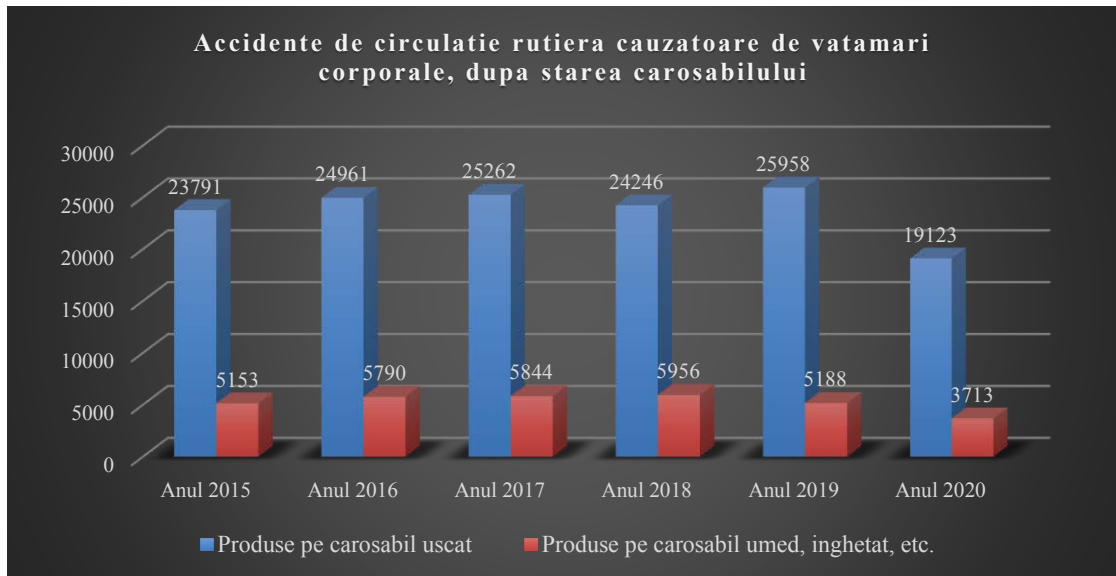


Figure 2

3. Măsuri de prevenire și de reducere a accidentelor pe drumurile publice

Cauzele de producere a accidentelor sunt multiple, de aceea se vor propune, punctual, pentru fiecare cauză identificată, măsurile de prevenire.

Viteza excesivă este una din cauzele principale de producere a accidentelor, din cauza tehnologiei care a evoluat pe fondul performanței noilor vehicule, se poate ajunge cu ușurință la o viteză mare de circulație, care neadaptată la condițiile de trafic poate duce la accidente.

Ca măsuri de prevenire a acestora, propunem, în interiorul localităților intersecții și treceri de pietoni semaforizate, cât și instalarea de speed bumper-e. În afara localităților, instalarea aparatelor radar fixe.

Traversarea neregulamentară a pietonilor poate fi prevenită prin mărirea amenzilor, realizarea mai multor treceri de pietoni semaforizate cât și a pasarelelor pietonale.

O măsură de prevenire a mai multor cauze de accidente cu pietoni, poate fi implemetarea în școli a cursurilor de legislație rutieră, începând cu ciclul primar.

O altă cauză pentru realizarea accidentelor este nivelul scăzut la care se află infrastructura din țara noastră. Mărirea infrastructurii rutiere prin construirea kilometrilor de autostradă cât și a legăturilor dintre ele reprezintă o măsură de prevenire.

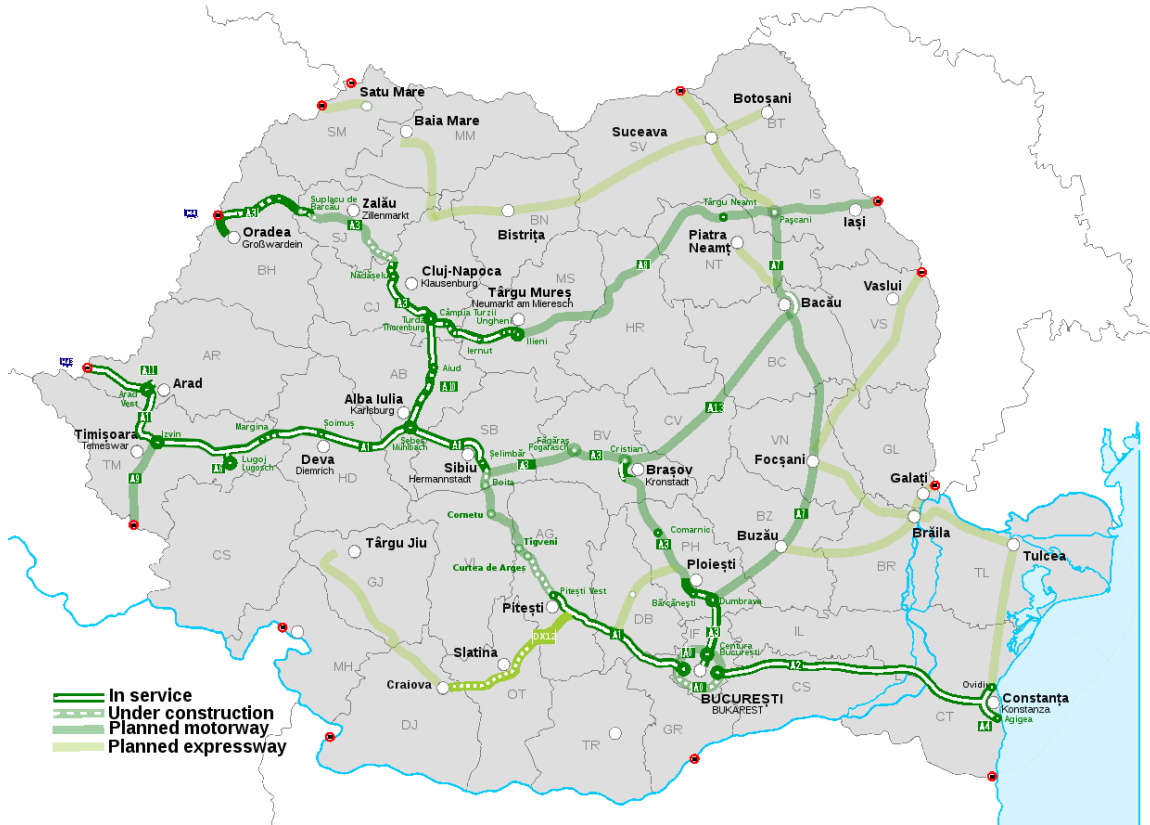


Figure 3

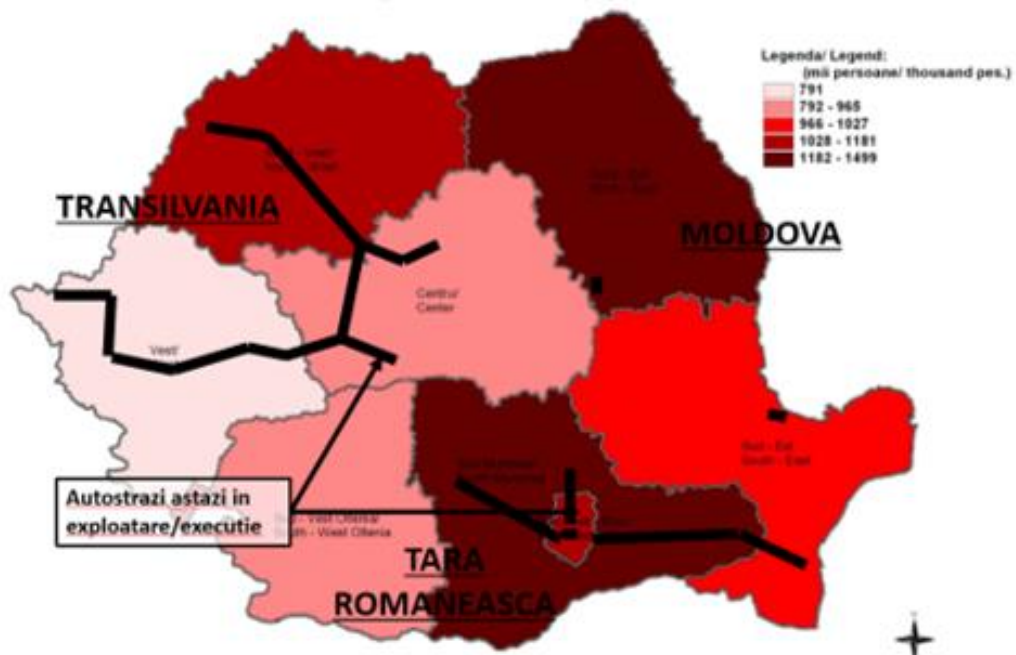


Figure 4

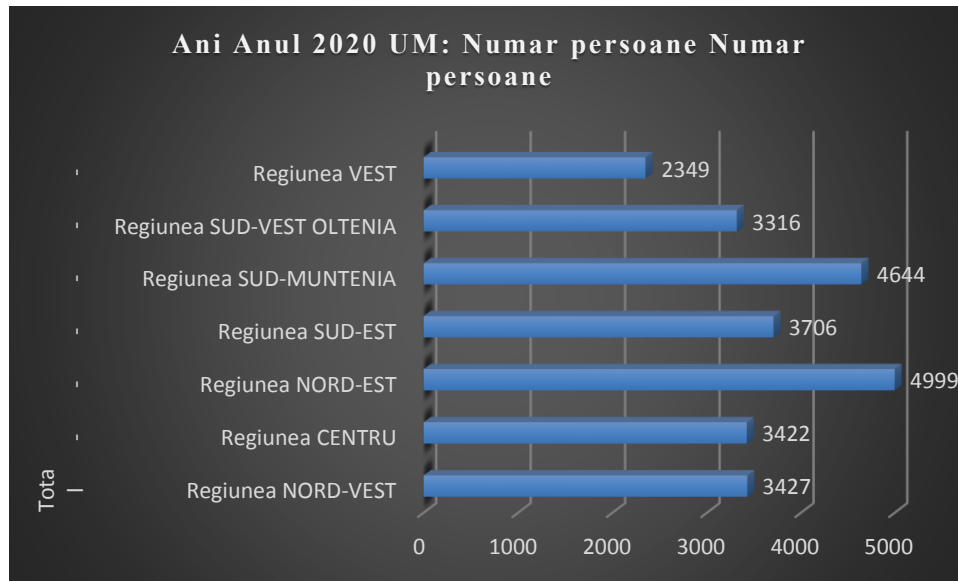


Figure 5

După cum putem observa în figurile 3,4,5, în regiunile în care sunt prezenți mai mulți kilometri de autostradă, numărul de persoane implicate în accidente este mai scăzut.

Totodată modernizarea îmbrăcăminților rutiere de pe străzile din interiorul localităților cât și pe drumurile naționale, județene și expres din exteriorul localităților contribuie la minimizarea numărului de accidente.

Marcajele rutiere reduc riscul de accidente. Marcajele rutiere moderne se bucură de diferite proprietăți optice și tactile: acționează ca ghidaje atenționând șoferii atunci când trec peste liniile de marcaj sau deviază de pe șosea. Acest lucru salvează vieți, deoarece reduce semnificativ riscul de accidente și de coliziuni. Ca măsuri de siguranță se pot lua: implementarea marcajelor rutiere bicomponent și sonorizarea la atingerea marcajului cu anvelopa automobilului, folosirea de microbile, dispunerea de butoni reflectorizanti pe parapeti sau zidurile de sprijin de pe drumurile naționale.

4. Concluzie

Pentru ca un accident rutier să poată fi evitat, trebuie ca fiecare participant la trafic să înțeleagă care sunt motivele care stau la baza comiterii unei tragedii și să conștientizeze pericolul. Chiar dacă aceste măsuri sunt costisitoare și implică modificarea legislației actuale, sunt necesare pentru scăderea numărului de accidente rutiere și a numărului de victime implicate în acestea.



BIBLIOGRAFIE

1. <http://statistici.INSSE.ro:8077/tempo-online/#/pages/tables/insse-table>
2. Măsuri de reducere a accidentelor în care sunt implicate vehicule motorizate pe 2 roți în contextul unui transport mai sigur-Andrei Clitan
3. Evoluția accidentelor rutiere în România în raport cu Uniunea Europeană-Andrei Clitan
4. <http://ro.wikipedia.org/wiki>
5. [Politia Română \(politiaromana.ro\)](http://politiaromana.ro)



REALIZAREA MICROREȚELEI DE PUNCTE GEODEZICE NECESARE TRASĂRII UNUI COMPLEX REZIDENȚIAL DIN LOCALITATEA CLUJ-NAPOCA

Autor/autori

Răzvan-Gabriel ALEXE¹

¹Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, , [e-mail: galexel1@yahoo.com](mailto:galexel1@yahoo.com) .

Îndrumător/îndrumători

Prof. Dr. Ing. Ioel Samuel VEREȘ²

Conf. Dr. Ing. Mircea Vasile BONDREA³

²Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, , [e-mail: ioel.veres@mtc.utcluj.ro](mailto:ioel.veres@mtc.utcluj.ro)

³Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, , [e-mail: mircea.bondrea@mtc.utcluj.ro](mailto:mircea.bondrea@mtc.utcluj.ro)

REZUMAT:

Prezentul proiect este realizat cu scopul ridicării și compensării, din punct de vedere topo-geodezic, a unei microrețele de puncte geodezice, pentru trasarea ulterioară a unui complex rezidențial din zona Bulevardului Muncii a localității Cluj-Napoca. Instrumentele folosite în măsurătorile din teren au fost reprezentate de tehnologia G.N.S.S. și stația totală. Modalitatea de măsurare, utilizată pentru o precizie superioară a microrețelei, a constat în vizarea punctelor microrețelei din cât mai multe stații posibile. Având în vedere această idee, în calculele matematice de compensare s-a folosit metoda măsurătorilor indirecte ponderate, cu rezolvarea prin Schema Gauss-Doolittle și evaluarea preciziei prin rezolvarea matriceală.

Cuvinte cheie:

microrețele geodezice, măsurători de precizie ridicată, metoda observațiilor indirecte ponderate, Schema de reducere Gauss-Doolittle, rezolvarea matriceală.

1. Introducere:

1.1 Importanța microrețelelor geodezice, a măsurătorilor și a compensării acestora:

În cadrul oricărui proiect de investiții, și cu precădere în industria construcțiilor, activitățile de măsurători și trasări topografice ale inginerilor geodezi sunt dependente de sprijinul **microrețelelor geodezice** de triangulație. Aceste lanțuri de puncte cunoscute, bine determinate planimetric și/sau altimetric, sunt ulterior utilizate pentru diversele metode de măsurare și de calcul aplicate în ramurile Măsurătorilor Terestre, cum ar fi: metoda intersecției înainte, metoda retrointersecției, poligonajii, metoda coordonatelor polare, metoda coordonatelor rectangulare.

Pentru ca măsurătorile și trasările ulterioare să fie foarte precise, determinarea spațială a punctelor microrețelelor geodezice de sprijin trebuie să fie cât mai riguroasă. De aceea, în procesele de măsurare a punctelor microrețelelor, sunt indicate a fi realizate citiri de direcții unghiulare și/sau de distanțe între aceste puncte dintr-un număr destul de mare de stații. În situația **măsurătorilor geodezice precise**, în care numărul elementelor măsurate este mai mare decât numărul necunoscutelor principale (coordonatele punctelor microrețelei), o modalitate de compensare ce oferă cea mai mare acuratețe și eficiență este aceea a **metodei măsurătorilor indirecte ponderate**, cu rezolvarea prin două proceduri de mare randament: **rezolvarea prin Schema de reducere Gauss-Doolittle și rezolvarea matriceală.**



1.2 Măsurătorile geodezice precise:

Procesele de observații din teren sau de pe șantier reprezintă o parte crucială în activitățile geodezice și topografice. Fiecare situație de măsurători este unică, inginerii geodezi găsindu-se nevoiți să se adapteze întotdeauna condițiilor de mediu. Vizibilitatea nu este mereu asigurată, iar fenomenele atmosferice, cum sunt mirajele, pot influența observațiile. Vizarea cât mai exactă a reperelor din punctul de stație necesită de obicei acuratețe, răbdare și concentrare. De asemenea, persoanele desemnate să se deplaseze pe șantier cu prisme, mire și jaloane de vizat trebuie să ofere condiții prielnice unor citiri corecte.

Prismele, mirele și jaloanele trebuie ținute cât mai corect în plan vertical, pentru a nu avea abateri mari între poziția din teren și cea dată din coordonate a reperilor vizați. Uneori, pentru facilitarea unei bune vizibilități, este necesară ridicarea jalonului la înălțime diferită de cea inițială, și totodată modificarea valorii numerice a înălțimii semnalului din carnetul de teren sau din stația totală. Astfel, este nevoie de comunicare și colaborare între inginerul geodez și asistent pentru evitarea erorilor și maximizarea preciziei observațiilor.

1.3 Metoda măsurătorilor indirecte în procesele de compensare a observațiilor:

Metoda măsurătorilor indirecte este definită de modalitatea prin care mărimile necunoscute, care reprezintă de obicei coordonatele absolute ale punctelor geodezice, sunt determinate prin prelucrarea matematică a mărimilor observate în teren, cum ar fi distanțe înclinate sau orizontale, direcții unghiulare orizontale și/sau verticale, unghiuri orizontale și/sau verticale [7]. În cadrul măsurătorilor indirecte [1], numărul necunoscutelor principale este întotdeauna mai mic decât numărul mărimilor măsurate ce este egal cu numărul ecuațiilor de erori ($n > r$).

Forma sistemului ecuațiilor de corecții la măsurătorile indirecte este de forma:

$$\begin{aligned}a_1 \cdot x_1 + b_1 \cdot x_2 + c_1 \cdot x_3 + \dots + r_1 \cdot x_r + l_1 &= v_1 \\a_2 \cdot x_1 + b_2 \cdot x_2 + c_2 \cdot x_3 + \dots + r_2 \cdot x_r + l_2 &= v_2 \\a_3 \cdot x_1 + b_3 \cdot x_2 + c_3 \cdot x_3 + \dots + r_3 \cdot x_r + l_3 &= v_3 \\&\dots \dots \dots \dots \dots \\a_n \cdot x_1 + b_n \cdot x_2 + c_n \cdot x_3 + \dots + r_n \cdot x_r + l_n &= v_n\end{aligned} \tag{1}$$

Unde: $a_1; b_1; c_1; \dots; r_n$ = coeficienții sistemului ecuațiilor de erori;
 $x_1; x_2; x_3; \dots; x_r$ = necunoscutele principale/mărimile de determinat;
 $l_1; l_2; l_3; \dots; l_n$ = termenii liberi ai sistemului ecuațiilor de erori;
 $v_1; v_2; v_3; \dots; v_n$ = erorile mărimilor măsurate ale sistemului ecuațiilor de erori;
 n = numărul de mărimi măsurate/numărul ecuațiilor de erori;
 r = numărul de necunoscute principale/mărimi determinate în mod indirect.

În practica geodezică există două tipuri de observații indirecte în funcție de tipul preciziei, și anume: măsurători indirecte de aceeași precizie, și măsurători indirecte de precizii diferite. Lucrarea de față pune accentul pe cea de a doua categorie, întrucât reflectă mai mult realitatea din teren. Astfel, în metoda măsurătorilor indirecte, din sistemul ecuațiilor de erori se formează întotdeauna un alt sistem, denumit sistem al ecuațiilor normale. Pentru a reda situația măsurătorilor de precizii diferite, spunem că avem parte de observații ponderate, adică în calculul coeficienților aferenți sistemului intervine termenul de pondere (p). Așadar, sistemul ecuațiilor normale pentru măsurătorile indirecte ponderate are următorul aspect:



$$\begin{aligned}
 [paa] \cdot x_1 + [pab] \cdot x_2 + [pac] \cdot x_3 + \dots + [par] \cdot x_r + [pal] &= 0 \\
 [pba] \cdot x_1 + [pbb] \cdot x_2 + [pbc] \cdot x_3 + \dots + [pbr] \cdot x_r + [pbl] &= 0 \\
 [pca] \cdot x_1 + [pcb] \cdot x_2 + [pcc] \cdot x_3 + \dots + [pcr] \cdot x_r + [pcl] &= 0 \\
 &\dots \dots \dots \dots \dots \\
 [pra] \cdot x_1 + [prb] \cdot x_2 + [prc] \cdot x_3 + \dots + [prr] \cdot x_r + [prl] &= 0
 \end{aligned} \tag{2}$$

Unde: $x_1; x_2; x_3; \dots; x_r$ = necunoscutele principale/mărimile de determinat;

$[paa]; [pab]; [pac]; \dots; [prl]$ = sume de produse ale coeficienților, ponderilor și termenilor liberi preluați din sistemul ecuațiilor de erori;

1.4 Scrierea sistemului ecuațiilor de corecții în cadrul măsurătorilor indirecte:

Atunci când are loc scrierea ecuațiilor de corecții, trebuie știută natura mărimilor măsurate, astfel că ele pot fi unghiulare (direcții unghiulare orizontale), sau de distanțe.

a) Sistemul ecuațiilor de erori pentru situația direcțiilor unghiulare orizontale măsurate:

Configurația unei ecuații de corecții de direcții unghiulare măsurate în plan orizontal, în cazul metodei măsurătorilor indirecte, diferă în funcție de tipul punctelor geodezice. Punctele geodezice aflate în ipostazele de staționare și vizare pot fi: **nou-nou**; **vechi-vechi**; **nou-vechi**; **vechi-nou**. Aceste categorii de puncte sunt legate prin vize, astfel încât să avem parte de un punct de stație și un punct vizat. Forma generală a unei ecuații de erori [3] pentru direcțiile unghiulare observate, în cadrul metodei măsurătorilor indirecte, este dată de următoarea relație:

$$-dz_S + a_{SP} \cdot dx_P + b_{SP} \cdot dy_P - a_{SP} \cdot dx_S - b_{SP} \cdot dy_S + l_{SP} = v_{SP} \tag{3}$$

În care:

S = punct de stație;

P = punct vizat;

dz_S = variația modulului aparatului în punctul de stație S;

a_{SP} ; b_{SP} = coeficienții de direcție;

$$a_{SP} = -\rho^{cc} \cdot \frac{\sin \theta_{SP}}{D_{SP}} \tag{4}$$

$$b_{SP} = \rho^{cc} \cdot \frac{\cos \theta_{SP}}{D_{SP}} \tag{5}$$

dx_S ; dy_S = corecțiile punctului de stație S;

dx_P ; dy_P = corecțiile punctului vizat P;

l_{SP} = termenul liber;

v_{SP} = corecția direcției măsurate;

$\rho^{cc} = 636620^{cc}$ = factorul de transformare în/din radiani

θ_{SP} = orientarea de la S la P;

D_{SP} = distanța de la S la P.

În cazul în care, atât punctul de stație, cât și cel vizat, sunt puncte vechi de coordonate absolute cunoscute, atunci nu vor exista variații sau corecții ale coordonatelor în ecuația de erori aferentă, iar modelul ecuației devine simplificat:

$$-dz_S + l_{SP} = v_{SP} \tag{6}$$



În calculul termenilor liberi pentru direcții măsurate și orientări, este prezent un unghi mediu de rotație corespunzător cercului orizontal al aparatului în raport cu direcția Nordului.

Valoarea cea mai probabilă a unghiului mediu de rotație are aspectul dat:

$$(\mathbf{r}_0) = \mathbf{r}_0 + \Delta \mathbf{r} \quad (7)$$

În tabelul coeficienților sistemului ecuațiilor de erori, valoarea erorii unghiului mediu de rotație din stația respectivă va fi:

$$\Delta \mathbf{r} = -1 \quad (8)$$

Iar pentru calculul termenilor liberi se utilizează următoarele relații:

$$\mathbf{r}_P = \theta_{SP}^C - \mathbf{d}_P \quad (9)$$

$$\mathbf{r}_0 = \frac{[r_P]}{n} \quad (10)$$

$$\theta_{SP}^M = \mathbf{d}_P + (\mathbf{r}_0) \quad (11)$$

$$\mathbf{l}_{SP} = \theta_{SP}^C - \theta_{SP}^M \quad (12)$$

Unde notațiile pentru toate acestea sunt:

θ_{SP}^C = orientarea calculată între punctele S și P;

\mathbf{d}_P = direcția unghiulară orizontală măsurată în teren către punctul P vizat, din stația S;

\mathbf{r}_P = unghiul orizontal de rotație pentru direcția spre punctul vizat P;

(\mathbf{r}_0) = valoarea cea mai probabilă a unghiului mediu de rotație din stația S;

$\Delta \mathbf{r}$ = eroarea unghiului mediu de rotație din punctul de stație S;

\mathbf{r}_0 = valoarea măsurată a unghiului mediu de rotație din stația S;

n = numărul de vize din stația S; $n = 1, 2, 3, \dots$;

$[r_P]$ = suma valorilor probabile ale unghiului orizontal de rotație din stație;

θ_{SP}^M = orientarea măsurată între punctele S și P;

b) Sistemul ecuațiilor de erori pentru situația distanțelor orizontale măsurate:

În problematica compunerii unui sistem de ecuații de corecții pentru distanțele orizontale măsurate, soluția parțial similară cu cazul direcțiilor unghiulare orizontale observate la instrumentul topo-geodezic. Astfel, în procesul de măsurare a distanței, putem avea parte de 4 situații ce includ punctul geodezic de stație și cel vizat: **nou-nou**; **vechi-vechi**; **nou-vechi**; **vechi-nou**. La fel și aici, viza face legătura între cele două elemente punctiforme.

Forma de bază a unei ecuații de erori pentru distanțele orizontale măsurate, în cadrul metodei măsurătorilor indirecte, este redată de următoarea relație:

$$\mathbf{a}_{SP} \cdot d\mathbf{x}_P + \mathbf{b}_{SP} \cdot d\mathbf{y}_P - \mathbf{a}_{SP} \cdot d\mathbf{x}_S - \mathbf{b}_{SP} \cdot d\mathbf{y}_S + \mathbf{l}_{SP} = \mathbf{v}_{SP} \quad (13)$$

Unde:

$S(x'_S; y'_S)$ = punctul de stație cu coordonatele sale provizorii;

$P(x'_P; y'_P)$ = punctul vizat cu coordonatele sale provizorii;

\mathbf{a}_{SP} ; \mathbf{b}_{SP} = coeficienții de direcție;



$$a_{SP} = \frac{(x'_P - x'_S)}{D_{SP}^m} \quad (14)$$

$$b_{SP} = \frac{(y'_P - y'_S)}{D_{SP}^m} \quad (15)$$

$$l_{SP} = D_{SP}^c - D_{SP}^m \quad (16)$$

dx_S ; dy_S = corecțiile punctului de stație S;

dx_P ; dy_P = corecțiile punctului vizat P;

l_{SP} = termenul liber;

v_{SP} = corecția distanței măsurate;

D_{SP}^c = distanța calculată între S și P;

D_{SP}^m = distanța măsurată între S și P;

În situațiile când, atât punctul de stație S, cât și cel vizat P, sunt puncte vechi de coordonate cunoscute, atunci nu vor exista variații / corecții ale coordonatelor punctelor în ecuația de erori corespunzătoare, iar aspectul ecuației se simplifică:

$$l_{SP} = v_{SP} \text{ sau } D_{SP}^c - D_{SP}^m = v_{SP} \quad (17)$$

1.5 Metoda matriceală de compensare a microretelelor la măsurători indirecte ponderate:

Forma matriceală a sistemului ecuațiilor de erori la măsurători indirecte este dată de relația:

$$A \cdot X + L = V \quad (18)$$

Formula de calcul a matricei necunoscutelor principale la măsurători indirecte ponderate este:

$$X = -(A^T \cdot p \cdot A)^{-1} \cdot A^T \cdot p \cdot L \quad (19)$$

În relațiile (18) și (19) are loc următoarea explicitare a termenilor:

X = matricea necunoscutelor;

V = matricea corecțiilor aplicate valorilor măsurate;

L = matricea termenilor liberi;

A = matricea coeficienților sistemului ecuațiilor de erori;

A^T = transpusa matricei coeficienților;

p = matricea ponderilor.

2. Studiu de caz. Realizarea microretei geodezice necesare trădării unui complex rezidențial din zona Bulevardului Muncii din municipiul Cluj-Napoca:

2.1 Efectuarea măsurătorilor geodezice pe șantier:

În incipitul studiului de caz, în faza măsurătorilor de teren au fost introduse în stația totală coordonatele primelor două puncte ale microretei: S1 și A, aflate în poziții favorabile vizibilității asupra viitoarelor noi puncte. Aceste două puncte au fost determinate tridimensional folosind tehnologia G.N.S.S. (Global Navigation Satellite Systems) în regim R.T.K. (Real Time Kinematic). Precizia de măsurare a coordonatelor a fost de aproximativ 1-2 cm.



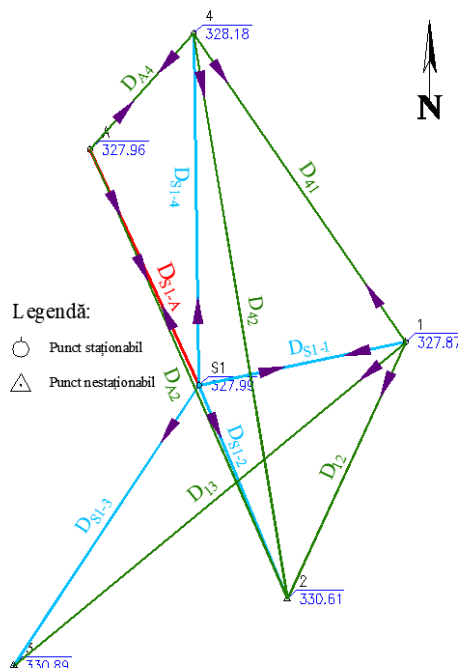
Restul punctelor micrețelei, 1, 2, 3 și 4, au fost măsurate folosind stația totală, prima dată din punctul de stație S1, întrucât acesta avea vizibilitate bună asupra tuturor. În continuare sunt ilustrate câteva dintre imaginile ce reprezintă situația de pe șantier din momentul măsurătorilor:



Figurile 1, 2 și 3. Imagini cu situația din teren din cadrul măsurătorilor geodezice efectuate

După măsurarea punctelor noi și aflarea coordonatelor provizorii ale acestora, s-a recurs la efectuarea lecturilor de direcții unghiulare și de distanțe, atât din punctul de stație S1, cât și din A. Mai departe, citirile au fost făcute și din punctele de stație 4 și 1, deoarece acestea sunt staționabile. Punctele 2 și 3 situându-se în locuri inaccesibile, sunt, prin urmare, nestaționabile (Figura 4, Tabelul 1). În final a rezultat un număr de 30 de măsurători, adică $n=30$ (15 de direcții, 15 de distanțe).

Tabelul 1. Carnet de teren cu măsurătorile geodezice efectuate				
Punct stație	Punct vizat	Citire cerc orizontal Hz [g.c.cc]	Citire cerc vertical V [g.c.cc]	Distanță măsurată D [m]
S1	4	399.0157	100.2711	133.347
	1	86.9605	100.7003	80.015
	2	175.0236	99.0863	87.667
	3	237.2138	99.233	127.494
A	A	372.3667	100.5155	98.442
	S1	105.277	100.5313	98.446
	4	379.3464	100.6688	59.029
	2	106.5313	99.5922	186.076
4	2	28.1633	99.7078	217.273
	A	85.0735	101.4582	59.032
1	1	0.3192	100.5039	142.013
	2	203.0213	98.988	107.113
1	3	231.6382	99.4457	192.726
	S1	262.4955	100.0129	80.011
4	4	337.2157	99.9224	142.009



Tabelul 2. Coordonatele absolute ale punctelor vechi ale micrețelei geodezice, determinate prin tehnologia G.N.S.S.			
Nr. Pct.	X [m]	Y [m]	Z [m]
S1	589459.626	394161.56	327.994
A	589548.948	394120.157	327.963

Tabelul 3. Coordonatele provizorii ale punctelor noi ale micrețelei geodezice măsurate cu stația totală			
Nr. Pct.	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	589475.903	394239.9	327.869
2	589378.622	394195.078	330.61
3	589353.302	394091.207	330.889
4	589592.957	394159.498	328.182

Tabelul 1. Carnetul de teren; Figura 4. Schița măsurătorilor geodezice.

Tabelul 2. Inventarul de coordonate al punctelor vechi S1 și A.

Tabelul 3. Inventarul de coordonate provizorii ale punctelor noi 1, 2, 3, 4.



2.2 Compensarea microrețelei prin metoda măsurătorilor indirecte ponderate:

Folosind coordonatele absolute ale punctelor vechi S1 și A, respectiv cele provizorii ale punctelor noi 1, 2, 3, 4 (Tabelele 2 și 3), s-a recurs la compensarea microrețelei, începând cu calculul coeficienților de direcție și termenii liberi ai tuturor observațiilor efectuate între punctele de stație și cele vizate, separat pentru direcțiile și distanțele orizontale. Numărul necunoscutelor principale reprezentate de coordonatele absolute ale punctelor noi este $r=k=8$. Ulterior, coeficienții de direcție, ponderile și termenii liberi au fost introduși în tabelul coeficienților sistemului ecuațiilor de erori, de unde s-a putut forma sistemul ecuațiilor normale (Figura 5).

$$\begin{aligned}
 [paa] \cdot dx_1 + [pab] \cdot dy_1 + [pac] \cdot dx_2 + [pad] \cdot dy_2 + [pae] \cdot dx_3 + [paf] \cdot dy_3 + [pag] \cdot dx_4 + [pah] \cdot dy_4 + [pal] &= 0 \\
 [pbb] \cdot dy_1 + [pbc] \cdot dx_2 + [pbd] \cdot dy_2 + [pbe] \cdot dx_3 + [pbf] \cdot dy_3 + [pbg] \cdot dx_4 + [pbh] \cdot dy_4 + [pbl] &= 0 \\
 [pcc] \cdot dx_2 + [pcd] \cdot dy_2 + [pce] \cdot dx_3 + [pcf] \cdot dy_3 + [pcg] \cdot dx_4 + [pch] \cdot dy_4 + [pcl] &= 0 \\
 [pdd] \cdot dy_2 + [pde] \cdot dx_3 + [pdf] \cdot dy_3 + [pdg] \cdot dx_4 + [pdh] \cdot dy_4 + [pdl] &= 0 \\
 [pee] \cdot dx_3 + [pef] \cdot dy_3 + [peg] \cdot dx_4 + [peh] \cdot dy_4 + [pel] &= 0 \\
 [pff] \cdot dy_3 + [pfg] \cdot dx_4 + [pfh] \cdot dy_4 + [pfl] &= 0 \\
 [pgg] \cdot dx_4 + [pgh] \cdot dy_4 + [pgl] &= 0 \\
 [phh] \cdot dy_4 + [phl] &= 0
 \end{aligned}$$

Figura 5. Sistemul ecuațiilor normale la măsurători indirecte de precizii diferite (ponderate)

Prima modalitate de compensare a constat în rezolvarea cu **Schema Gauss-Doolittle**, în care s-au folosit coeficienții sistemului ecuațiilor normale. Cea de a doua metodă a fost cea prin **rezolvarea matriceală**, utilizând matricile ce conțineau coeficienții ecuațiilor de erori, termenii liberi, ponderile, coeficienții de pondere și erorile de măsurare rezultate din calculul matriceal. În cadrul ambelor metode s-a pus accentul pe obținerea abaterii standard a unei singure observații, respectiv a abaterilor standard pentru mărimile determinate indirect, astfel încât să se corecteze, cu acestea din urmă, coordonatele absolute ale punctelor microrețelei.

2.3 Rezolvarea matriceală:

În proiectul curent au rezultat un număr de 30 de elemente măsurate în teren (direcții și distanțe), și 8 mărimi de determinat indirect prin compensare (coordonatele punctelor noi) astfel încât se obțin configurații [rânduri;coloane] complexe pentru matricile folosite în calculul matematic. Matricile coeficienților, termenilor liberi și erorilor se regăsesc în figurile de mai jos:

	0	0	0	0	0	0	0.738248897	47.73591836			1.95425		2.52334
	-77.90075037	16.18573543	0	0	0	0	0	0			-18.67265		5.24009
	0	0	-27.765699	-67.1022334	0	0	0	0			2.18924		11.99961
	0	0	0	0	27.55456913	-41.64302884	0	0			-0.88769		1.12890
	-34.83827467	7.238480939	-12.417198	-30.009031	12.32277793	-18.62332865	0.330154944	21.34815168			0.00000		16.23779
	0	0	0	0	0	0	-71.87608464	80.40452985			18.71252		6.17661
	0	0	-13.775435	-31.3171838	0	0	0	0			-26.73134		-21.37947
	0	0	-7.953251	-18.0809845	0	0	-41.49767681	46.42157695			0.00000		-4.14771
	0	0	-4.798376	-28.9055627	0	0	4.798376005	28.9055627			-4.26933		-5.67512
	0	0	0	0	0	0	-71.87608464	80.40452985			2.22831		-10.30760
	-25.38193759	-36.95253006	0	0	0	0	25.38193759	36.95253006			2.04102		-14.27145
	-14.6542685	-21.33455318	-2.7703437	-16.6886344	0	0	-24.07306464	84.44476454			0.00000		-17.46725
	-24.87192972	53.98166514	24.8719297	-53.9816651	0	0	0	0			-3.78073		0.72730
	-25.48717667	21.01479792	0	0	25.48717667	-21.01479792	0	0			2.86668		1.13602
	-77.90075037	16.18573543	0	0	0	0	0	0			-27.34093		-3.42818
	-25.38193759	-36.95253006	0	0	0	0	25.38193759	36.95253006			28.25498		11.94251
A=	-76.82089717	27.11483421	12.4359649	-26.9908326	12.74358833	-10.50739896	12.69996879	18.47626503		L=	0.00000	V=A*X+L=	5.18883
	0	0	0	0	0	0	0.999880434	-0.01546342			-0.00006		0.18433
	0.203429186	0.979089662	0	0	0	0	0	0			-0.00190		0.64008
	0	0	-0.9240204	0.382343061	0	0	0	0			-0.00227		0.96622
	0	0	0	0	-0.83396278	-0.551820695	0	0			-0.00150		2.24217
	0	0	0	0	0	0	0.745539863	0.666461036			0.00071		0.14434
	0	0	-0.9153595	0.402637576	0	0	0	0			-0.00047		0.96480
	0	0	-0.9865001	0.163760807	0	0	0.986500075	-0.16376081			-0.00490		1.14966
	0	0	0	0	0	0	0.745539863	0.666461036			-0.00229		0.14134
	-0.824280603	0.566181498	0	0	0	0	0.824280603	-0.5661815			-0.00553		0.66685
	0.908232445	0.418466038	-0.9082324	-0.41846604	0	0	0	0			-0.00275		0.89419
	0.636164567	0.771553397	0	0	-0.63616457	-0.771553397	0	0			-0.00700		2.57845
	0.203429186	0.979089662	0	0	0	0	0	0			0.00210		0.64408
	-0.824280603	0.566181498	0	0	0	0	0.824280603	-0.5661815			-0.00153		0.67085

Figurile 6 și 7. Matricea coeficienților, matricea termenilor liberi și matricea erorilor mărimilor măsurate



Iar configurațiile de rânduri și coloane ale matricilor de calcul sunt următoarele:

Forma matriceală a sistemului ecuațiilor de corecții pentru măsurători indirecte		$A^T X + L = V$
A = matricea coeficienților	$A = [30; 8]$	$A^T \cdot p = [8; 30] \times [30; 30] = [8; 30]$
A^T = transpusa matricei coeficienților	$A^T = [8; 30]$	$A^T \cdot p \cdot A = [8; 30] \times [30; 8] = [8; 8]$
L = matricea termenilor liberi	$L = [30; 1]$	$(A^T \cdot p \cdot A)^{-1} \cdot [8; 8]$
V = matricea corecțiilor aplicate val. măsur.	$V = [30; 1]$	$A^T \cdot p \cdot L = [8; 30] \times [30; 30] \times [30; 1] = [8; 1]$
X = matricea necunoscutelor	$X = [8; 1]$	$X = - (A^T \cdot p \cdot A)^{-1} \cdot A^T \cdot p \cdot L = [8; 8] \times [8; 1] = [8; 1]$
p = matricea ponderilor	$p = [30; 30]$	

Figura 8. Configurațiile de rânduri și coloane ale matricilor de calcul matematic

Pentru facilitarea compensării precise, s-a utilizat **metoda celor mai mici pătrate**. Ca urmare, a fost efectuat un calcul simplu de adunare a abaterilor standard la valorile provizorii ale coordonatelor punctelor noi, pentru a obține valorile cele mai probabile ale coordonatelor absolute ale punctelor 1, 2, 3, 4. Relația teoriei celor mai mici pătrate la măsurătorile indirecte ce includ ponderi este dată de relația matematică:

$$[p \cdot v \cdot v] = \text{minim sau } v^T \cdot p \cdot v = \text{minim} \quad (\text{relația matriceală}) \quad (20)$$

Iar formulele de calcul ale abaterilor standard menționate sunt:

$$m_0 = \pm \sqrt{\frac{[p \cdot v \cdot v]}{n-r}} \quad (21)$$

$$m_{dX,dY} = m_0 \cdot \sqrt{Q_{XX}} \quad (22)$$

Unde:

n = numărul ecuațiilor de corecții = numărul elementelor măsurate ;

r = numărul necunoscutelor principale = numărul mărimilor determinate indirect;

m_0 = abaterea standard = eroarea medie pătratică a unei observații;

$[p \cdot v \cdot v] = v^T \cdot p \cdot v$ = suma pătratelor corecțiilor aplicate valorilor măsurate;

$n = 30$; $r = 8$; $\Rightarrow n - r = 30 - 8 = 22$.

$m_{dX,dY}$ = abaterea standard a unei mărimi determinate indirect (coordonata X sau Y);

p = ponderea;

$Q_{XX} = (A^T \cdot p \cdot A)^{-1}$ = matricea coeficienților de pondere.

La finalul calculelor s-a obținut inventarul de coordonate al punctelor noi ale microrețelei:

Inventar de coordonate în valori probabile (Rezolvarea matriceală)			
Nr. Pct.	X [m]	Y [m]	Z [m]
1	589475.977054	394240.142301	327.869
2	589378.939297	394195.214654	330.61
3	589354.072158	394091.802450	330.889
4	589593.116426	394159.628346	328.182
S1	589459.626000	394161.560000	327.994
A	589548.948000	394120.157000	327.963

Tabelul 4. Inventar de coordonate în valori probabile (Rezolvarea matriceală)

3. Concluzii:

În concluzie, realizarea unei microrețele geodezice în activitatea de construcții are o importanță deosebită în acest domeniu, deoarece lanțurile de puncte precis determinate asigură sprijinul măsurătorilor, trasărilor și chiar al execuțiilor ce urmează făcute pe orice șantier de construcții. Măsurătorile pentru determinarea punctelor microrețelei au datoria de a fi cât mai exacte, pentru reducerea diferențelor între realitatea din teren și dimensiunile din coordonate ale punctelor geodezice. Compensarea are rolul corectării erorilor apărute pe parcursul observațiilor, astfel încât viitoarele măsurători, respectiv trasări de construcții să decurgă în mod adecvat și optim.

4. Bibliografie:

1. Vereș I. *Compensarea măsurătorilor și statistică matematică*, Note de curs, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, 2021
2. Vereș I. *Metode numerice*, Note de curs, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, 2020
3. Ortelecan M. *Geodezie matematică*, Note de curs, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, 2021
4. Moldoveanu C. *Geodezie. Noțiuni de geodezie fizică și elipsoidală, poziționare*, Editura Matrix Rom, 2002
5. Chirilă C. *Geodezie matematică. Îndrumător de lucrări practice și proiect*, Editura Tehnopress, 2014
6. Spătar C. *Teoria probabilității și statistică matematică*, Note de curs, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, 2020.



PROCEDURI TEHNICE PENTRU EXECUTAREA COVOARELOR ASFALTICE



PROFESOR ÎNDRUMĂTOR :

Ș.l. dr. Ing. Clitan Andrei

ELABORAT :

Pleșca Roxana

Irimie Andrei Iulian

CFDP, anul IV



Acest document urmărește modul în care se realizează un covor asfaltic pentru drumuri, conform normelor în vigoare, respectându-le în totalitate.

Note introductive :

Mixtura asfaltică la cald este un material de construcție realizat printr-un proces tehnologic ce presupune încălzirea agregatelor naturale și a bitumului, malaxarea amestecului, transportul și punerea în operă, prin compactare la cald.

Mixturile asfaltice se utilizează pentru stratul de uzură (rulare), stratul de legătură (binder), precum și pentru stratul de bază. Aceste mixturi sunt similare mixturilor asfaltice documentate în SR EN 13108 simbolizate EB – “anrobes bitumineux” sau AC – “asphalt concrete”.

La execuția stratului de uzură, a straturilor de legătură și a mixturilor asfaltice pentru stratul de bază se vor utiliza mixturi asfaltice performante care să confere rezistența și durabilitatea necesară, precum și o suprafață de rulare cu caracteristici corespunzătoare care să asigure siguranța circulației și protecția mediului înconjurător, conform prevederilor legale în vigoare.

PROCEDURI :

1. Lucrările de început

- Întocmirea graficului de eșalonare a lucrărilor privind activitatea de execuție a drumurilor, iar acesta cuprinde următoarele etape :
 - o Organizare de șantier
 - o Defrișări – curățarea terenului
 - o Terasamente
 - o Suprastructură drum
 - o Lucrări de artă – aici sunt incluse podețe tubulare, șanturi pereate, rigole carosabile acoperite.
 - o Lucrări de apărare – aici sunt incluse consolidările și anume zidurile de sprijin.
 - o Siguranța circulației – aici sunt incluse indicatoare de circulație, parapeti metalici
- Aprovizionarea și recepția materialelor necesare la execuția lucrărilor

2. Execuția propriu-zisă

a. Pregătirea stratului suport

Stratul suport de fundație trebuie bine curățat și reparat în cazul în care există denivelări sau anumite gropi, înainte de așternerea mixturii asfaltice. Pe stratul suport se va pune un material geosintetic cu rol antifisură (fig.1; fig.2), dar înainte de acesta, trebuie verificat dacă stratul este uscat. Materialele neaderente și orice poate afecta legătura între stratul suport și cel nou, trebuie îndepărtat. În cazul în care sunt straturi existente din mixturi asfaltice, acestea se aduc la cota prevăzută în proiect prin aplicarea unui strat de egalizare din mixtură asfaltică ori prin frezarea acestora și așternerea cu cel nou.



Fig.1 Așezare material geosintetic

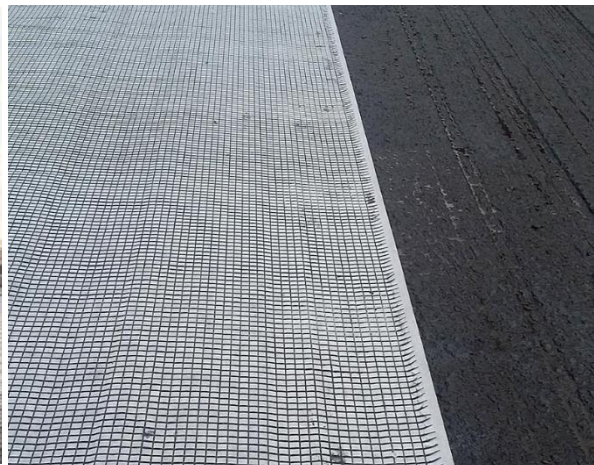


Fig.2 Vedere plană material geosintetic antifisură

b. Amorsarea

Înainte de așternerea straturilor din mixturi asfaltice, stratul suport și rosturile de lucru se amorsează cu emulsie cationică cu rupere rapidă. (fig.3; fig.4). Se așteaptă până la ruperea și uscarea emulsiei cationice. În funcție de natura stratului suport, cantitatea de bitum rămasă după aplicarea amorsajului trebuie să fie de 0,3-0,5 kg/mp.



Fig.3 Amorsare strat suport



Fig.4 Amorsare strat suport

c. Așternerea mixturilor asfaltice

c.1 Așternerea

Așternerea mixturilor asfaltice se va efectua la temperaturi ale stratului suport de exterioră de minim 10 grade C. Se efectuează doar mecanizat cu repartizoare – finisoare prevăzute cu sistem de nivelare încălzit care asigură o precompactare. (fig.5). Mixtura asfaltică trebuie așternută în mod continuu, în grosime constantă, pe fiecare strat și pe toată lungimea unei benzi, iar grosimea maximă așternută printr-o singură trecere nu poate depăși 10 cm.



Fig.5 Așternere mixtură asfaltică

La așternere, mixtura asfaltică trebuie să aibă și compactare, iar temperaturile minime de așternere sunt prevăzute în tabelul 1, iar măsurarea temperaturii va fi efectuată în masa mixturii, în buncărul repartizatorului, cu respectarea metodologiei din SR EN 12697-13. În buncărul utilajului de așternere trebuie să existe în permanență suficientă mixtură, necesară pentru evitarea răspândirii în mod neuniform a materialului.

Liant	Temperatura mixturii asfaltice la așternere °C, min.	Temperatura mixturii asfaltice la compactare °C, min.	
		început	sfârșit
bitum rutier 35/50 50/70 70/100	150	145	110
	140	140	110
	140	135	100
bitum modificat cu polimeri 25/55 45/80 40/100	165	160	120
	160	155	120
	155	150	120

Tabelul 1. Temperaturile mixturii asfaltice la așternere și compactare

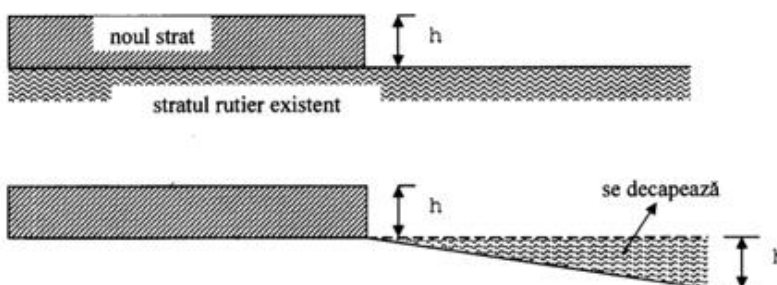
c.2 Rosturi longitudinale și transversale

E nevoie de atenție deosebită la realizarea rostului de lucru la realizarea straturilor executate din mixturi asfaltice; acestea trebuie să fie foarte regulate și etanșe. După realizarea acestora, acestea sunt acoperite cu mastic bituminos, se colmatează. (fig.6). La reluarea lucrului pe aceeași bandă, zonele aferente rostului de lucru sunt tăiate pe toată grosimea stratului, dar când benzile adiacente se execută în aceeași zi, tăierea nu mai este necesară. Rosturile de lucru longitudinale și transversale ale stratului de uzură vor fi decalate cu minim 10 cm față de cele ale stratului de legătură.

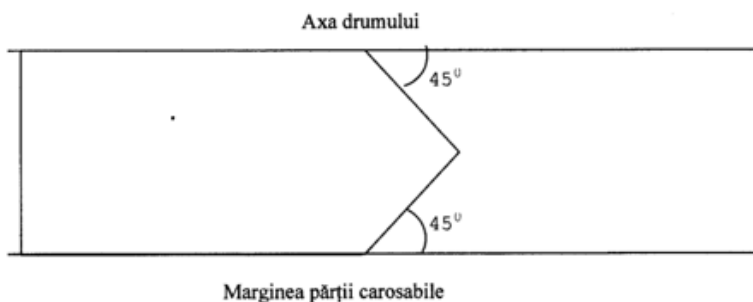


Fig.6 Rosturi colmate cu emulsie cationică

Legătura transversală dintre un strat de asfalt nou și un strat de asfalt existent al drumului se va face după decaparea mixturii din stratul vechi, pe o lungime variabilă în funcție de grosimea stratului nou, astfel încât să se obțină o grosime constantă a acestuia, cu panta de 0,5 %.



În plan, liniile de decapare se recomandă sa fie în formă de V, la 45 grade.



d. Compactarea mixturilor asfaltice

Compactarea straturilor executate din mixturi asfaltice se realizează cu compactoare cu rulouri netede (fig.7) sau compactoare cu pneuri (fig.8), prevăzute cu dispozitive de vibrație astfel încât să se obțină gradul de compactare, conform tabelului 2 :



Nr. Crt	Tipul stratului	Absorbție de apă*, % vol.	Grad de compactare, % min.
1	Mixtură asfaltică stabilizată MAS8; MAS12.5; MAS16	2...6	97
2	Beton asfaltic rugos BAR 16	4...7	97
3	Mixtură asfaltică poroasă MAP 16	-	97
4	Beton asfaltic BA 8; BA 12.5; BA 16; BAPC 16	2...5	97
5	Beton asfaltic deschis BAD 20; BAD 25; BADPC 25; BADPS 25	3...8	96
6	Anrobat bituminos, AB16; AB25; ABPCC16; ABPCC25; ABPC16; ABPC25; ABPS16; ABPS25	2...8	96

Tabelul 2. Caracteristicile straturilor din mixturi asfaltice



Fig.7 Compactor cu rulouri netede



Fig.8 Compactor cu pneuri

Pentru obținerea gradului de compactare prevăzut, se execută un sector experimental și se determină numărul optim de treceri ale compactorilor, în funcție de performanțele acestora, tipul și grosimea straturilor executate. (tabelul 2)

Tipul stratului	Ateliere de compactare		
	A		B
	Compactor cu pneuri de 160 kN	Compactor cu rulouri netede de 120 Kn	Compactor cu rulouri netede de 120 kN
Număr de treceri minime			
Strat de uzură	10	4	12
Strat de legătură	12	4	14
Strat de baza	12	4	14

Tabelul 3. Compactarea mixturilor asfaltice. Număr minim de treceri.

Compactarea se execută în lungul benzii, fără șocuri, cu o viteză mai redusă la început, pentru a evita vălurirea stratului executat din mixtură asfaltică.



e. Netezirea și finisarea

Pentru ca suprafața stratului suport să satisfacă ea însăși condițiile de mai jos, denivelările maxime măsurate pe un strat sub rigla de 3 trebuie să fie următoarele (tabelul 4) :

Natura profilului	Denivelări maxime (mm)		
	Strat de bază	Strat de legătură	Strat de uzură
Longitudinal	15	8	5
Transversal	20	10	7

Tabelul 4. Denivelările maxime pentru fiecare strat longitudinal și transversal.

f. Tratarea suprafeței

După executarea imbrăcăminților asfaltice, pentru închiderea porilor suprafeței, se răspândește 2-3 kg/mp nisip de sort 0-3,15 mm bitumat cu 2-3% bitum prin cilindrare. Se poate folosi varianta badijonării, în cazul în care îmbrăcămintea se execută în zone umbrite, cu umiditate excesivă.

3. Controlul calității

Controlul calității unei lucrări de construcții este esențial, atât pentru succesul unui proiect, indiferent de natura lui, de satisfacția beneficiarului, de viabilitatea afacerii cât și măsura în care poate proteja constructorul în fața unor greșeli de execuție și bineînțeles răspunderea pe fonturile legilor în vigoare.

Această procedură are ca obiectiv, rolul și responsabilitățile care revin Inspectoratului de Stat în Construcții, în vederea îndeplinirii de către factorii participanți în realizarea și executarea proiectului a nivelului de calitate corespunzător cerințelor, prin personal propriu și responsabilii tehnici cu execuția, atestați, precum și prin sistemul propriu conceput, implementat și certificate de managementul calității.

Etapile controlului de calitate care urmează a fi detaliate sunt:

3.1 Controlul compactării

Compactarea straturilor rutiere și în special a terasamentelor influențează comportarea sub sarcini a acestora, rezistența la oboseală și, în consecință, durata de exploatare a construcției rutiere.

3.2 Controlul nivelmentului

Controlul caracteristicilor platformei drumului se face după terminarea execuției terasamentelor și constă în verificarea topografică a nivelmentului și determinarea deformabilității cu ajutorul deflectometrului cu pârghie la nivelul platformei drumului.

Verificarea cotelor este făcută pe suprafețe corespunzătoare fiecărei zi de lucru, în ax și la margine (între 0,2 și 0,3 m de la marginea stratului) ca și în fiecare dintre profilele transversale ale proiectului, eventual și în toate punctele fixe de consultant.



Toleranțele în raport cu cotele prescrise sunt $\pm 2,5$ cm pentru stratul de bază și $\pm 1,5$ cm pentru stratul de uzură. Dacă toleranțele sunt respectate în 95% din punctele controlate, cotele realizate sunt considerate convenabile.

3.3 Controlul denivelărilor

Denivelările care se produc în timpul compactării straturilor de fundație sau care rămân după compactare se corectează cu material de aport după care se recilindrează. Controlul denivelărilor este efectuat pe suprafața fiecărui strat, în sens longitudinal cu rigla de 3 m iar în sens transversal cu rigla de 3 m când drumul este cu pantă plană.



Controlul longitudinal se efectuează prin trecerea riglei în axul fiecărei benzi de așternere în dreptul fiecărei secțiuni transversale proiectate sau în fiecare punct indicat de factorii participanți la proiect. Controlul transversal va fi efectuat pe profil transversal sau oricare din pozițiile indicate.

(poză proprie)

4. Elementele geometrice și abaterile limită

Grosimea straturilor vor fi cele prevăzute în proiect și în profilele transversale tip. Abaterile limită locale la grosimea prevăzută în proiect, pentru fiecare strat în parte vor fi sub 10% că să fie considerată admisibilă.

Abaterile limită admise sunt:

- ± 5 cm pentru lățimea unei căi de rulare
- ± 2.5 cm pentru lățimea unei benzi de staționare
- ± 10 mm pentru cotele fundației din balast, față de cotele din proiect in punctele isolate

5. Recepția lucrărilor

Recepția lucrărilor se finalizează prin procesul verbal de recepție, acesta fiind un document în baza căruia lucrarea poate fi dată în folosință. Fără acest proces verbal acceptat și semnat de toți cei implicați în realizarea și verificarea lucrărilor, nu pot fi date spre utilizarea publică.



În cadrul recepției pe faze a lucrării se va verifica dacă partea lucrării care se recepționează s-a executat conform proiectului și atestă condițiile impuse de documentații și de caietul de sarcini.

Recepția pe faze se efectuează de către Dirigințele de șantier și antreprenor și se va face în mod obligatoriu la următoarele momente ale lucrării:

- trasarea și șablonarea lucrării
- decaparea stratului vegetal și terminarea lucrărilor pregătitoare
- terenul de fundație
- în cazul rambleelor, pentru fiecare metru din înălțimea de umplură și la realizarea umpluturii sub cota stratului de formă
- în cazul săpăturilor, la cota finală a săpăturii

Recepția la terminarea lucrărilor se efectuează de către inginer conform Regulamentului de recepție a lucrărilor în construcții aferente.

Comisia de recepție examinează lucrarea executată în conformitate cu documentația tehnică aprobată, proiect de execuție, caiet de sarcini, precum și determinările necesare în vederea realizării recepției la terminarea lucrării după cum urmează:

- Verificarea elementelor geometrice (grosimea, lățimea părții carosabile, profil transversal și longitudinal)
- Planeitatea suprafeței de rulare
- Rugozitatea
- Capacitatea portantă
- Rapoarte de încercare pe carote, prelevate din straturile executate

Recepția finală se va face numai după expirarea perioadei de garanție a lucrării. În vederea recepției finale se va consemna modul în care s-au comportat straturile asfaltice și dacă acestea au fost întreținute corespunzător în perioada de garanție a întregii lucrări.

Concluzii :

În cadrul studiilor efectuate pentru elaborarea acestei lucrări, au fost abordate principii de analiză și dezvoltare a procesului de executare a covoarelor asfaltice. Realizarea corectă a întregului proces de asfaltare este foarte important începând cu stabilirea cerințelor esențiale pentru materiale, echipamente, personal de specialitate până la procedeele tehnologice, care contribuie la finalizarea acestuia cu nivel de calitate predictibil, în conformitate cu documentația de referință specifică. De asemenea, realizarea corectă a fiecărui strat este deosebit de importantă pentru funcționarea în mod eficient a acestora.



BIBLIOGRAFIE

AND 605-2016 – Mixturi asfaltice executate la cald. Condiții tehnice privind proiectarea, prepararea și punerea în operă.

Mihai Iliescu, Mariana Pop - Îndrumător pentru lucrări de laborator de drumuri, 2011.

<https://www.asfaltari.com/wp-content/uploads/2016/09/Asfaltari-Drumuri.jpg>

https://www.ecovalahia.com/uploads/images/productsitems/0/20180404_120840.jpg

https://www.induserv.ro/gallery/induserv_echipamente%20drumuri.pdf

<https://baumaschinentomi.ro/utilaje-construcții/utilaje-construcții-mare-mecanizare/compactoare/>

<https://www.itjmag.ro/mastic-bituminos/>

<https://www.tomsbau.ro/receptia-lucrarilor-de-construcții/#:~:text=Receptia%20lucrarilor%20se%20finalizeaza%20prin%20procesul%20verbal%20de,exploatare.%20Receptia%20lucrarilor%20se%20efectueaza%20in%20doua%20etape%3A>

<https://www.infoconstruct.ro/exercitarea-controlului-de-stat-al-calitatii-in-construcții/>

<https://masuratori-terestre.blogspot.com/p/nivelmentul.html>



UTILIZAREA TEHNOLOGIEI UAV

Autori:

Andreea G. PRICOP, Mirela D. GIURGI

Pricop.Io.Andreea@student.utcluj.ro

Giurgi.Le.Mirela@student.utcluj.ro

Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca,

Indrumator

Conf. Dr. Ing. Mircea V. BONDREA

Mircea.BONDREA@mtc.utcluj.ro

Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca

REZUMAT

Prezenta lucrare cuprinde date referitoare la lucrările topo-geodezice efectuate cu ajutorul tehnologiei UAV și a tehnologiei GNSS în vederea realizării unei documentații cadastrale de actualizare a cărții funciare, a modelului 3D și a ortofotoplanului zonei studiate necesare pentru digitizarea conturului clădirilor care vor fi înscrise în cartea funciară a localității Căpuș. Prin această lucrare dorim să prezentăm o ramură nouă a ingineriei geodezice și anume utilizarea tehnologiei UAV pentru realizarea măsurătorilor. Această ramură, la noi în țară, a evoluat foarte repede și este tot mai prezentă în măsurătorile de suprafețe foarte mari, dar și în alte domenii ale ingineriei geodezice. Metodele și instrumentele tehnologiei UAV sunt de mare ajutor, deoarece măsurătorile se realizează într-un timp relativ scurt, având un rol important în reducerea timpului dedicat măsurătorilor astfel obținând un timp suplimentar pentru prelucrarea măsurătorilor și realizarea documentațiilor necesare pentru beneficiar.

Cuvinte cheie:

Dronă, cadastru, măsurare, documentații.

INTRODUCERE

Prezenta lucrare cuprinde date referitoare la lucrările topo-geodezice efectuate cu ajutorul tehnologiei UAV și a tehnologiei GNSS în vederea realizării unei documentații cadastrale de actualizare a cărții funciare, a modelului 3D și a ortofotoplanului zonei studiate necesare pentru digitizarea conturului clădirilor care vor fi înscrise în cartea funciară a localității Căpuș.

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 reperii necesari pentru a se realiza ulterior zborul cu drona. Această metodă a fost aleasă, deoarece se pliază perfect pe situația terenului aflat în studiu, având o suprafață mare de teren. Prin această metodă s-a obținut și precizia cerută de proiectant pentru a putea realiza documentația cadastrală de actualizare a cărții funciare.



Date referitoare la localizarea parcelei măsurate

Comuna este situată la poalele de nord-est ale Munților Gilău, pe râul Căpuș, în partea de vest a județului Cluj, la 25 km de Cluj-Napoca și de Huedin. Se învecinează la nord cu comuna Aghireșu și Gârbău, la sud cu Râșca, la est cu Gilău și la vest cu comunele Mănăstireni și Izvoru Crișului.

Comuna Căpușu Mare este compusă din satul Căpușu Mare, reședință de comună, și satele Agârbiciu, Bălcești, Căpușu Mic, Dângău Mare, Dângău Mic, Dumbrava, Păniceni și Straja. Se întinde pe o suprafață de $58,5 \text{ km}^2$.

Totodată, în contextul realizării acestei lucrări a fost utilizată următoarea aparatură: stația totală „Leica TCR 805”, GPS- ul Geomax Zenith 10 și drona MAVIC 2 ENTRPRISE.

STUDIU DE CAZ

Prezenta lucrare cuprinde date referitoare la lucrările topo-geodezice efectuate cu ajutorul tehnologiei UAV și a tehnologiei GNSS în vederea realizării unei documentații cadastrale de actualizare a cărții funciare, a modelului 3D și a ortofotoplanului zonei studiate necesare pentru digitizarea conturului clădirilor care vor fi înscrise în cartea funciară a localității Căpuș.

Descrierea instrumentelor utilizate

Stația totală Leica TCR 805



Fig. 1 stația totală Leica TCR 805

Stația totală este aparatul utilizat în lucrările topografice pentru măsurarea unghiurilor orizontale, a unghiurilor verticale și a distanțelor înclinate, cu scopul obținerii sau trasării coordonatelor absolute X, Y, H, datele fiind stocate în memoria aparatului, fiind descărcate ulterior în formatul dorit.



Caracteristicile unei stații totale Leica TCR 805

Măsurarea unghiurilor și lunetă	
Metoda	Continuă absolută
Abatere standard (ISO 17123-3)	2''
Compensator	Compensator electronic pe 2 axe cu rază de lucru $\pm 4'$
Mărirea lunetei	Mărire 30x, câmp vizual 1° 30' sau 2.6 m la 100 m
Distanța minimă de vizare	1.7 m
Reticul	Iluminat
Măsurarea distanțelor	
Raza	Pana la 3500 m cu o prismă Leica circulară
Abatere standard (fin/rapid/tracking)	2 mm + 2 ppm / 5 mm + 2 ppm / 5 mm + 2 ppm
Timpul necesar (fin/rapid/tracking)	<1 sec/<0.5 sec/<0.15 sec
Alte date tehnice	
Memoria internă	16000 puncte
Display	160 x 280 Pixeli sau alfanumeric 8 linii x 31 caractere
Centrarea cu laser	Precizia de 1,5 mm la 1,5 m înălțimea aparatului
Greutatea(cu bateria si ambaza)	5.2 kg
Tipul de baterie	NiMH-reîncărcabilă
Temperaturi de lucru	-20°C ~ +50°C
Umiditate	Maxim 95%, fără condensare

Tabel 1. Caracteristicile stației totale Leica TCR 805



GPS-ul Geomax Zenith 10 și controller-ul Getac



Fig. 2 GPS Geomax Zenith 10 și controller-ul Getac

Utilizarea tehnologiei este facilitată de implementarea recentă a sistemului ROMPOS și dezvoltarea continuă a Rețelei Naționale de Stații GNSS Permanente (RN-SGP) de către Agenția Națională de Cadastru și Publicitate Imobiliară. Acest aparat este un dispozitiv cu dublă frecvență +GLONASS, cu posibilități de lucru în timp real RTK, care este capabil să obțină determinări foarte precise. Pentru determinarea în timp real cu precizie centimetrică a coordonatelor punctelor trebuie să primească corecții de la stațiile fixe terestre.

Drona MAVIC 2 ENTRPRISE

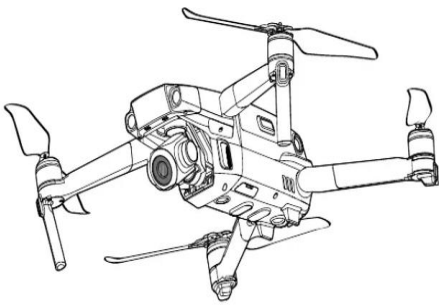


Fig. 3 Drona MAVIC 2 ENTRPRISE

Mavic 2 Enterprise dispune de o cameră de 24 mm cu senzor de 12 MP de 1 / 2,3 "12MP și senzor de imagistică termică FLIR. Împreună, pot captura până la rezoluție video UHD 4K la 30 fps sau imagini termice și date de temperatură. Datorită designului aerodinamic al caroseriei cu tracțiune redusă Mavic 2 Enterprise poate atinge viteze de până la 70 km/h, iar bateria LiPo cu patru celule asigură până la 31 de minute de zbor. Mavic 2 Enterprise suportă, același sistem de transmisie video OcuSync 2.0.

Pregătirea efectuării zborului cu drona

În vederea efectuării zborului cu drona a fost necesară o vizualizare mai bună a terenului, aceasta realizându-se cu ajutorul aplicației Drone Deploy utilizată atât prin intermediul laptopului, cât și prin intermediul telefonului. Odată cu utilizarea aplicației și cu o mai bună observare a terenului s-au efectuat și setările pentru zbor, drona fiind setată să preia imagini 3D de la o altitudine de 60m.



Pentru a se putea realiza ulterior o prelucrare corectă a informațiilor rezultate în urma zborului cu drona am marcat în teren reperi cu ajutorul GPS-ului. Cu ajutorul acestor reperi s-a realizat suprapunerea pozelor peste zona de studiu în așa fel încât acestea să fie în Sistemul de Coordonate Stereografic 1970 pe X și Y și în Sistemul de cote Marea Neagră 1975 pe Z.



Fig. 4 Reperi marcați în teren

Programul utilizat la prelucrarea fotografiilor preluate de drona

Programul utilizat pentru a prelucra datele obținute în urma zborului realizat este programul Agisoft.

În următoarele imagini sunt prezentați pașii pe care i-am realizat în prelucrarea fotografiilor preluate de drona:

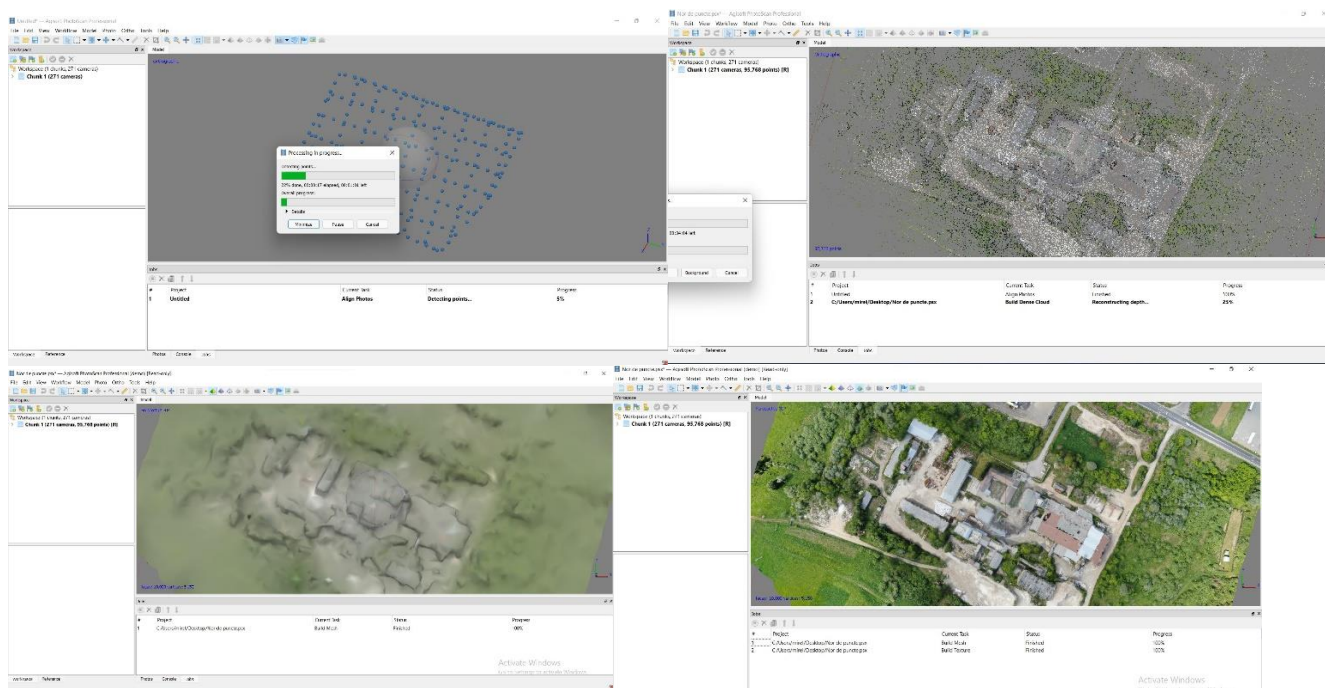


Fig. 5 Prelucrarea datelor obținute în urma zborului



- Pasul 1. Crearea unui nor de puncte
- Pasul 2. Crearea rețelei
- Pasul 3. Adăugarea texturii și obținerea ortofotoplanului

Astfel, după realizarea ortofotoplanului zonei de studiu s-a trecut la următoarea etapă de lucru, și anume extragerea coordonatelor din Agisoft și raportarea acestora în Autocad pentru a putea prelucra datele obținute cât mai bine și pentru a întocmi toate documentațiile necesare.

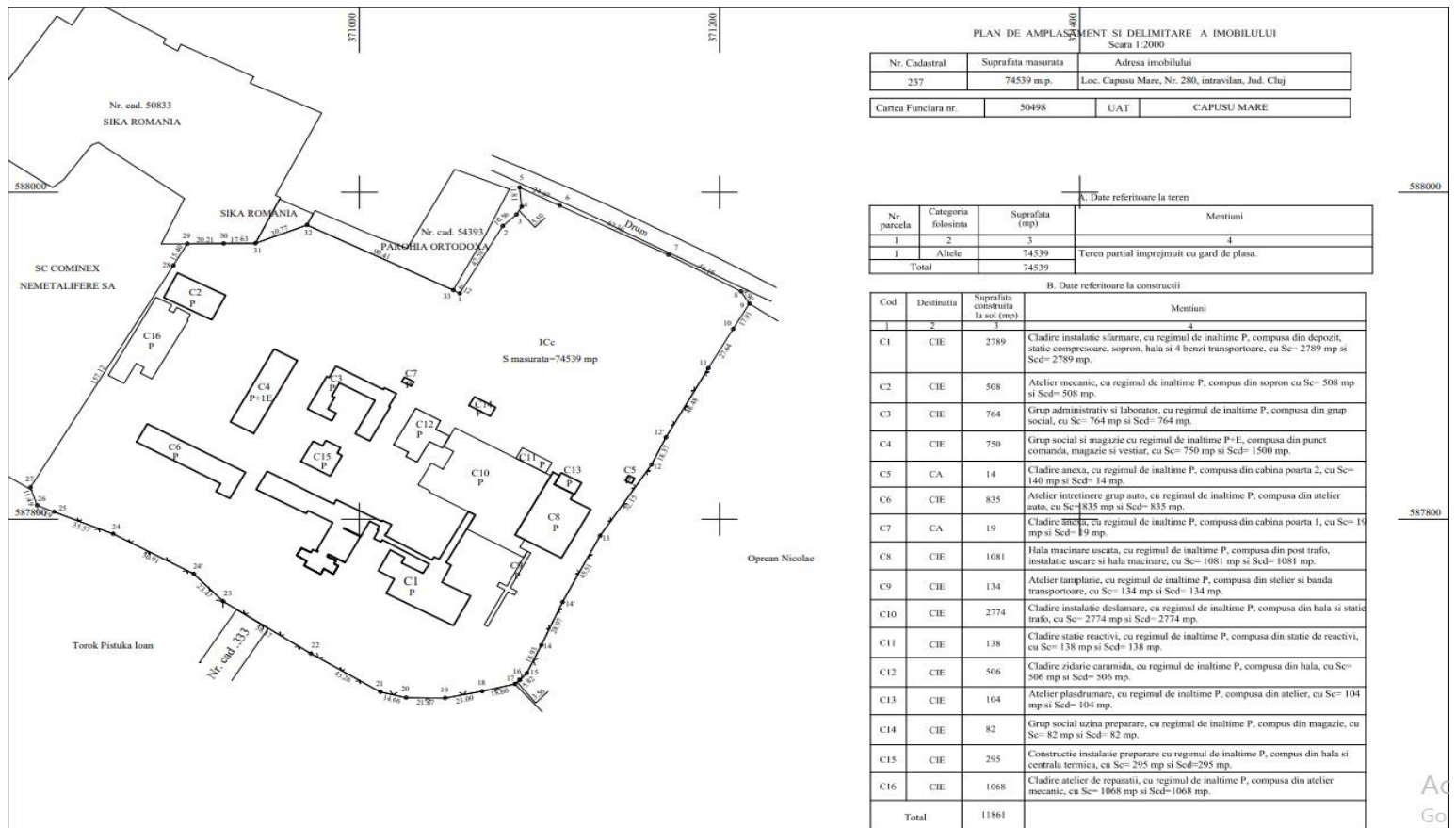


Fig. 6 Prelucrarea datelor în AutoCAD pentru întocmirea documentației cadastrale



CONCLUZII

În proiectul prezentat s-au realizat măsurători cu ajutorul tehnologiei UAV prin care s-a realizat un studiu privind precizia acestei măsurători și dacă aceasta se încadrează în toleranță, lucru care este îndeplinit.

Lucrarea a avut ca obiectiv realizarea tuturor măsurătorilor, prelucrarea datelor pentru a putea fi realizat un studiu asupra lor și întocmirea documentatiei cadastrale.

BIBLIOGRAFIE

1. Leica Geosystems, Manual de utilizare Leica TCR 805;
2. Manual Geomax Zenith 10;
3. https://ro.wikipedia.org/wiki/Comuna_C%C4%83pu%C8%99u_Mare,_Cluj
4. <https://manuals.plus/ro/dji/mavic-2-enterprise-with-smart-controller-drone-manual#axzz7S2WcljQU>



Reciclarea mixturilor asfaltice utilizând bitumul spumat

Autor/autori

Teodora M. Bîrsan¹, Vlăduț C. Farcaș², David S. Corodan³

¹Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Cluj Napoca, birsanteodora@yahoo.com

²Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Cluj Napoca, vladut.farcas12@gmail.com

³Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Cluj Napoca, corodan.david@yahoo.com

Îndrumător/îndrumători

Conf. Dr. Ing. Gavril Hoda

Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Cluj Napoca, gavril.hoda@campus.utcluj.ro

REZUMAT: Lucrarea abordează aspecte privind utilizarea bitumului spumat la reciclarea mixturilor asfaltice, în vederea reabilitării structurilor rutiere. În cadrul acesteia sunt prezentate metoda de obținere a bitumului spumat, descrierea materialelor folosite, studiu de caz și în final concluzii legate de avantajele și dezavantajele folosirii bitumului spumat.

Cuvinte cheie: bitum spumat, emulsie bituminoasă, reciclare, liant hidraulic, Doroport.

1. INTRODUCERE

Tehnologia utilizării bitumului spumat pentru execuția straturilor din structura rutieră asfaltică datează încă din 1956, aceasta fiind elaborată în SUA de către Ladis Csanyi. Aplicarea acesteia pe scară largă s-a făcut începând cu anii 1970 în Australia, ulterior căpătând utilizare în Africa de Sud și Finlanda, mai ales datorită orientării spre soluții economice și minimizării impactului asupra mediului dat de lucrările de execuție sau întreținere a drumurilor, precum și de economia de material.

În cadrul acestei lucrări este prezentată reciclarea ca un procedeu tehnologic modern, care aduce îmbunătățiri din punct de vedere al structurii rutiere, reduce poluarea prin folosirea materialelor deja utilizate, și minimalizează consumul de agregate naturale.

2. CE ESTE RECICLAREA?

Reciclarea și retratarea materialelor din straturile rutiere vechi constituie o sursă de economisire a materialelor primare (agregate naturale, bitum), iar tehnologiile folosite răspund cu eficiență cerințelor legate de protecția mediului ambiant.

Reciclarea mixturilor asfaltice poate să fie realizată atât la rece cât și la cald, astfel reciclarea la cald se poate dezvolta la fața locului sau în stații de reciclare a mixturilor asfaltice, iar alegerea unei anumite tehnologii trebuie să aibă loc ca urmare a unui studiu tehnico-economic efectuat pentru situația analizată, ținând cont de grosimea straturilor bituminoase și consistența liantului vechi. În ceea ce privește reciclarea la rece aceasta se poate aplica îmbrăcăminților bituminoase vechi, inclusiv cu frezarea unei grosimi a stratului de bază sau a stratului superior de fundație realizat din materiale granulare tratate sau nu cu lianți bituminoși. Particularitățile tehnologiilor posibile se conturează, în general, ca urmare a tipului de liant utilizat și anume: ciment, emulsie bituminoasă, bitum spumat.

În prezenta lucrare, valorile sunt obținute în urma reciclării la rece a straturilor rutiere. Stratul reciclat se utilizează ca strat de bază sau de legătură, fiind obligatoriu acoperirea lui cu un strat de

mixtură asfaltică nouă. Reprezentative pentru procesul de reciclare sunt imaginile de mai jos, fig. 1 și fig. 2, în care observă în linii mari, procesul de reciclare, urmat de așternerea unui covor asfaltic.



Fig.1 Reciclarea straturilor rutiere



Fig.2 Acoperirea cu covor asfaltic

În figura 3 este reprezentată schematic tehnologia de reciclare a bitumului spumat, aceasta realizându-se cu ajutorul trenului reciclator. Procesul începe cu dozarea de apă și bitum necesar stratului reciclat, făcută prin intermediul dozatorului cu suspensie, alimentat de cisternele de apă sau bitum. Respectarea dozajelor de apă și de lianți corespunzătoare proiectului sunt foarte importante pentru obținerea unui rezultat favorabil.

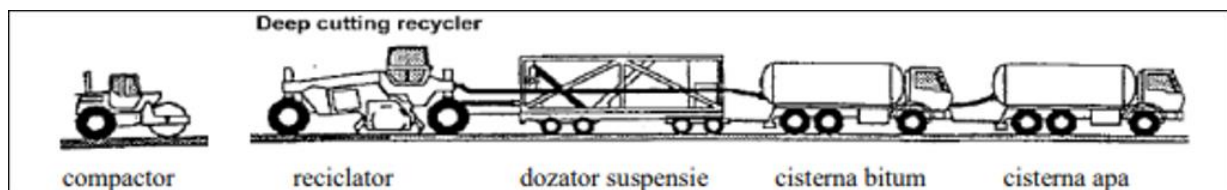


Fig.3 Tren reciclator bazat pe tehnologia bitumului spumat

Reciclatorul fiind un aparat complex, are rolul în frezare a stratului existent și așternere a amestecului de materiale la profilul stabilit. Utilajul are în spate o grindă finisare care repartizează materialul frezat și amestecat cu liantul hidraulic și bitumul spumat, iar în spatele lui se recomandă prezența unui compactor terasier (picior de oaie) și apoi un compactor lis pentru nivelarea suprafeței.

3. MATERIALE UTILIZATE LA RECICLAREA MIXTURILOR ASFALTICE

Studiul de caz dezvoltat în această lucrare, prezintă rezultatele încercărilor pe mixtura asfaltică reciclată cu emulsie bituminoasă și pe mixturi asfaltice reciclate cu bitum spumat. Pentru reciclarea la rece a straturilor rutiere existente, lianții care se pot utiliza sunt emulsie bituminoasă, Doroport TB 35 sau alți lianți hidraulici. În cazul în care se constată că mixtura reciclată nu are o granulozitate corespunzătoare, se face corecția acesteia, prin adăugarea în faza de execuție a sorturilor granulare deficitare, în proporția necesară.

Materialele utilizate pentru reciclare sunt: mixtură asfaltică existentă în stratul de îmbrăcămintă și două tipuri de lianți utilizați, hidraulici (doroport TB 35 sau ciment), respectiv bituminoși (emulsie bituminoasă, bitum spumat).

În România, în afara cimenturilor obișnuite, pentru utilizarea reciclărilor se poate utiliza cimentul special pentru drumuri CD 40, sau liantul special DOROPORT TB. În ceea ce privește emulsiile bituminoase, acestea sunt dispersii de particule foarte fine de bitum în apă, efectuate cu ajutorul

unor substanțe numite emulgatori și prin intermediul agitației mecanice, acestea putând fi utilizate în cadrul tehnologiilor de reciclare a unor straturi rutiere existente. În funcție de tipul materialului reciclat, emulsiile bituminoase cele mai folosite sunt cele cationice cu rupere lentă, realizate cu un bitum cu vâscozitate redusă. Este preferabil ca emulsia bituminoasă să fie realizată cu bitum modificat, îmbunătățirea liantului se poate efectua fie prin adăugarea de polimeri în bitum, înainte de producerea emulsiei, fie prin introducerea de latex în soluție apoasă în cadrul procesului tehnologic de preparare a emulsiei bituminoase.

În mod uzual, procedeul de reciclare a mixturilor asfaltice cu bitumul spumat, constă în frezarea straturilor rutiere cu o stare avansată de degradare, malaxarea și umidificarea materialului frezat cu apă sau suspensie de apă cu ciment, în paralel cu injecția liantului (emulsie bituminoasă sau bitum spumat), materialul rezultat în urma acestui proces este așternut și recompatat, astfel încât reciclarea poate fi utilizată pentru toate straturile din structura rutieră, excepție fiind utilizarea ca strat de uzură.

Reciclarea straturilor vechi cu bitum spumat are practic aceleași obiective ca și retratarea cu emulsie bituminoasă, iar dozajele de bitum rezidual și grosimea de lucru rămân aceleași. Pe de altă parte, factorii care influențează calitatea bitumului spumat sunt numeroși, cei mai importanți fiind calitatea apei injectată și temperatura bitumului (fig. 4).

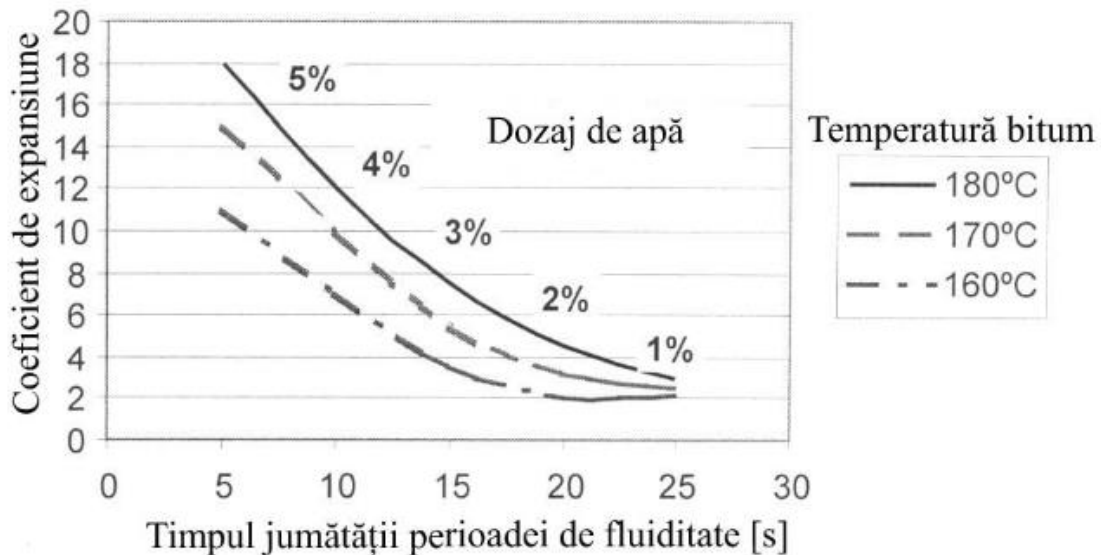


Fig.4 Influența factorilor de compoziție asupra calității bitumului spumat

Bitumul sub formă de spumă reprezintă o stare tranzitorie a acestuia, obținându-se prin introducerea apei reci în masa bitumului fierbinte. Prin fierberea apei se obține dispersia bitumului sub formă de bule, echilibrul instabil fiind dat de efectul tensiunii superficiale al peliculei de bitum și forțele date de presiunea vaporilor de apă în expansiune. Soluția tehnică pentru producerea spumei de bitum constă în utilizarea unei camere de injecție în care se introduc debite controlate de bitum fierbinte, apă și aer (Fig.5). În camera de injecție avem o omogenizare a apei sub formă de particule fine în masa de bitum, acest amestec fiind pulverizat sub presiune printr-un „jiclor” (duză cu un orificiu calibrat). Camera de injecție lucrează într-un anumit regim de presiune, ceea ce împiedică vaporizarea apei, deși temperatura este ridicată (cca. 160-180°C), imediat ce amestecul de bitum fierbinte și particulele fine de apă ajung la presiune atmosferică normală, temperatura de fierbere a apei devine cu mult inferioară temperaturii amestecului și apa se vaporizează instantaneu.

În figura 5 se poate observa modul de realizare a bitumului spumat în camera de injecție, fiind prezentat printr-o imagine modul în care bitumul fierbinte este adăugat prin duza de intrare, adăugând la acesta apă și aer. Compoziția trece prin camera de expansiune, iar în final prin duza de

ieșire o să obținem materialul dorit. Dozajul de bitum este foarte important în funcție de zona climaterică unde se execută lucrarea și în special de conținutul de părți fine ale agregatului.

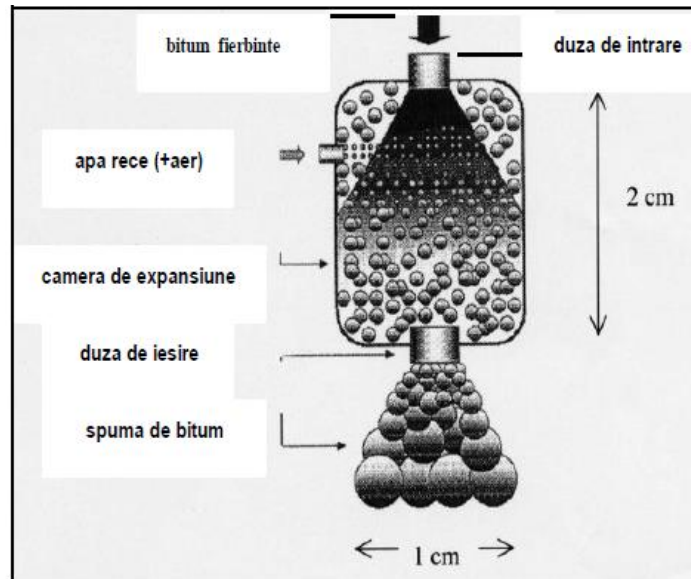


Fig.5 – Reprezentarea schematică a producerii spumei de bitum în camera de injecție

Determinarea dozajelor de lucru pentru materialele reciclate la rece cu lianți bituminoși rămâne în principal empirică, deoarece caracteristicile obținute în laborator pot să nu fie verificate pe șantier din cauza fenomenelor care decurg din ruperea emulsiei, maturizarea materialului reciclat, evaporarea apei din strat etc.

Pe plan internațional, practicile de determinare a dozajelor de lucru sunt diverse, dar cu următoarele etape principale: determinarea caracteristicilor materialului care se reciclează, alegerea liantului de aport, determinarea umidității optime pentru compactarea materialului reciclat. Pe de altă parte, la determinarea dozajului de liant trebuie să se țină seama și de procentul de nisip și părți fine conținut de materialul pentru reciclat. Astfel, pentru reciclarea cu bitum spumat, Africa de Sud recomandă studierea dozajelor precizate în tabelul de mai jos:

Tab.1 Dozajul de liant în funcție de granulozitatea agregatelor

Treceri prin sita de 4,75 mm, %	Treceri prin sita de 0,075 mm, în %	Dozaj de bitum spumat, în % din masa agregatului uscat
< 50	3,0...5,0	2,5
	5,0...7,5	3,0
	7,5...10,0	3,5
	> 10	4,0
> 50	3,0...5,0	3,0
	5,0...7,5	3,5
	7,5...10,0	4,0
	> 10	4,5

Atât în Europa cât și în alte țări din lume, se utilizează procente de bitum spumat similare, rezultatele fiind influențate, însă, de o serie de factori locali.

4. STUDIU DE CAZ

În vederea stabilirii rețetelor pentru reciclare, a fost prelevat material asfaltic din îmbrăcămintea existentă a drumului și s-au realizat amestecuri experimentale pentru obținerea celei mai bune rețete. Au fost realizate 6 amestecuri diferite de mixtură reciclată cu Doroport și emulsie, respectiv Doroport și bitum spumat, valorile pentru rezistențele la întindere prin despicare fiind cele prezentate în tabelele 2 și 3, respectiv în figurile în figurile 6 și 7.

Tab. 2 Rețeta de amestec reciclat la rece cu liant hidraulic și emulsie bituminoasă

Varianta	Mat. Frezat %	Doroport TB35 %	Emulsie ECBL 60 %	Rezistența la întindere prin despicare după 7 zile, N/mm ²	Valori minime admisibile conform AND 532:1997
1	100	2.0	4.0	0.14	La 7 zile minim 0.4 N/mm ²
2	100	4.0	4.5	0.19	
3	100	4.0	4.0	0.31	
4	100	3.0	4.0	0.25	
5	100	3.0	5.0	0.31	
6	100	4.5	4.0	0.44	

În figura 6, este prezentată schematic variația rezistenței la despicare la 7 zile pe probele realizate cu emulsie bituminoasă, observându-se influența procentului de Doroport, respectiv emulsie bituminoasă și anume ca un procent mai mare al utilizării lianților, duce la creșterea rezistenței. Nu s-au realizat amestecuri cu procente mai mari de lianți pentru a vedea influența acestora, dar din datele analizate rezultă că doar amestecul cu 4.5% Doroport și 4% emulsi, satisface condițiile impuse, adică o rezistență la despicare la 7 zile de minim 0.4 N/mm². Din analiza rezultatelor reciclării cu emulsie bituminoasă, se elimină rezultatul cu 4% Doroport și 4.5% emulsie bituminoasă, acesta nefiind concludent, existând undeva o eroare de lucru sau material.

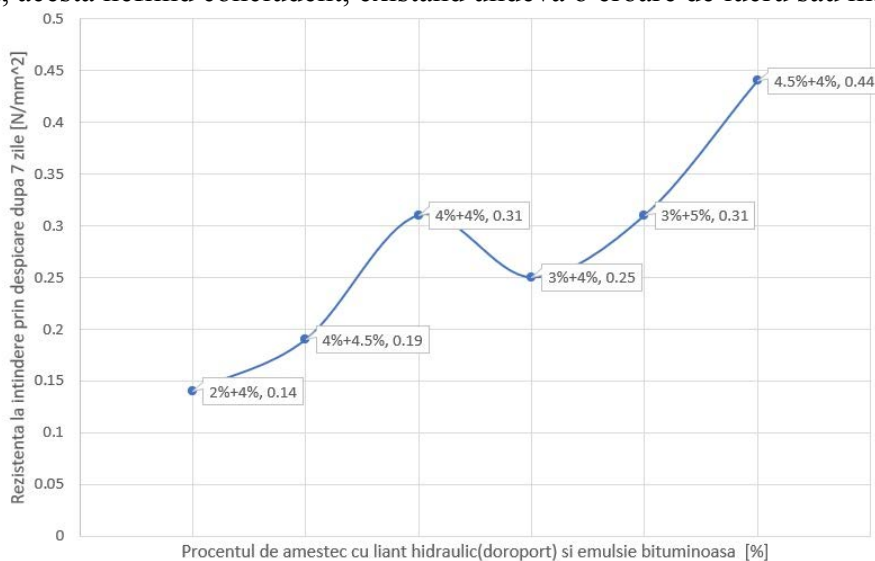


Fig.6 Rezistența raportului de amestec de liant hidraulic cu emulsie bituminoasă



Tab. 3 Rețetă amestec reciclat la rece cu liant hidraulic si bitum spumat

Varianta	Mat. Frezat %	Bitum spumat %	Emulsie ECBL 60 %	Rezistența la întindere, prin despicare dupa 7 zile, N/mm ²	Valori minime admisibile conform AND 532:1997
1	100	3.0	4.0	0.29	La 7 zile minim 0.4N/mm ²
2	100	3.0	5	0.33	
3	100	4.0	4.0	0.36	
4	100	4.0	4.5	0.41	
5	100	4.5	4.0	0.47	

Față de reciclarea cu emulsie bituminoasă, se remarcă o creștere a rezistenței la despicare la 7 zile în cazul utilizării bitumului spumat, pentru valori de 4% Doroport și 4.5% bitum spumat, obținându-se rezistența la despicare admisibilă, lucru care nu se întâmplă în cazul emulsiei. Rezultatele se pot observa și în figura 7, unde este prezentată variația rezistenței la despicare la 7 zile pe probele realizate cu bitum spumat, observându-se influența procentulelor de lianți.

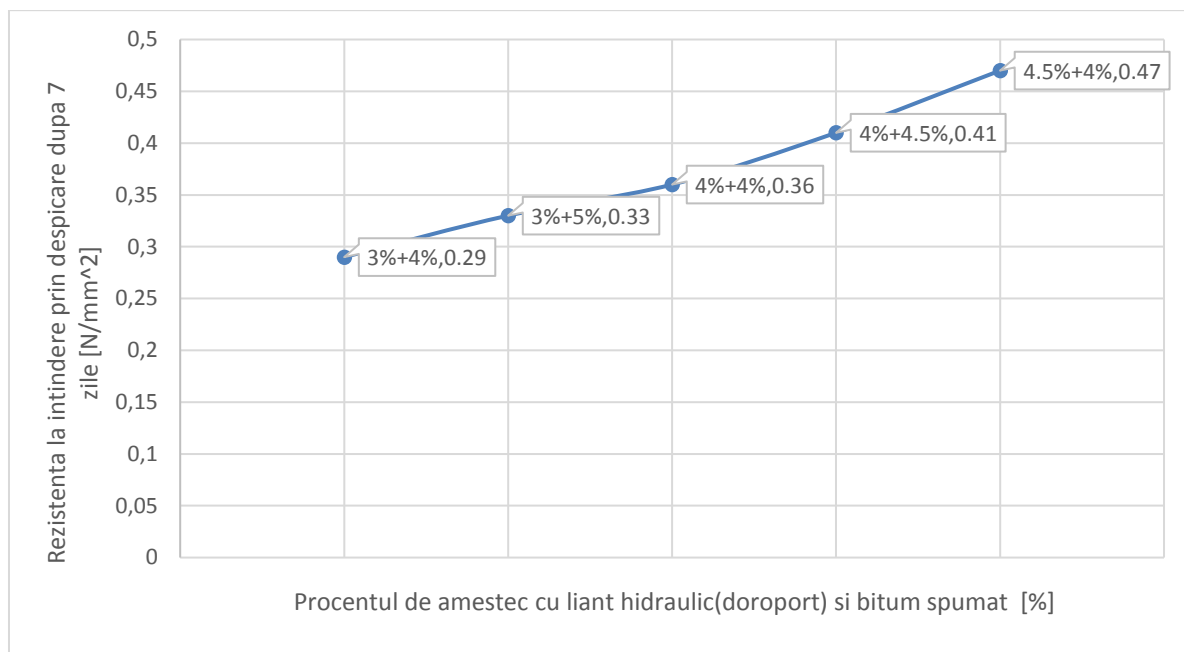


Fig.7 Rezistența raportului de amestec de liant hidraulic cu bitum spumat.

În figura 8, este prezentată comparația dintre rezultatele încercării la rupere prin despicare pentru amestec cu Doroport cu bitum spumat, respectiv pentru amestec de Doroport cu emulsie



bituminoasă, unde se observă că rezultatele mai bune sunt obținute pentru varianta cu bitum spumat.

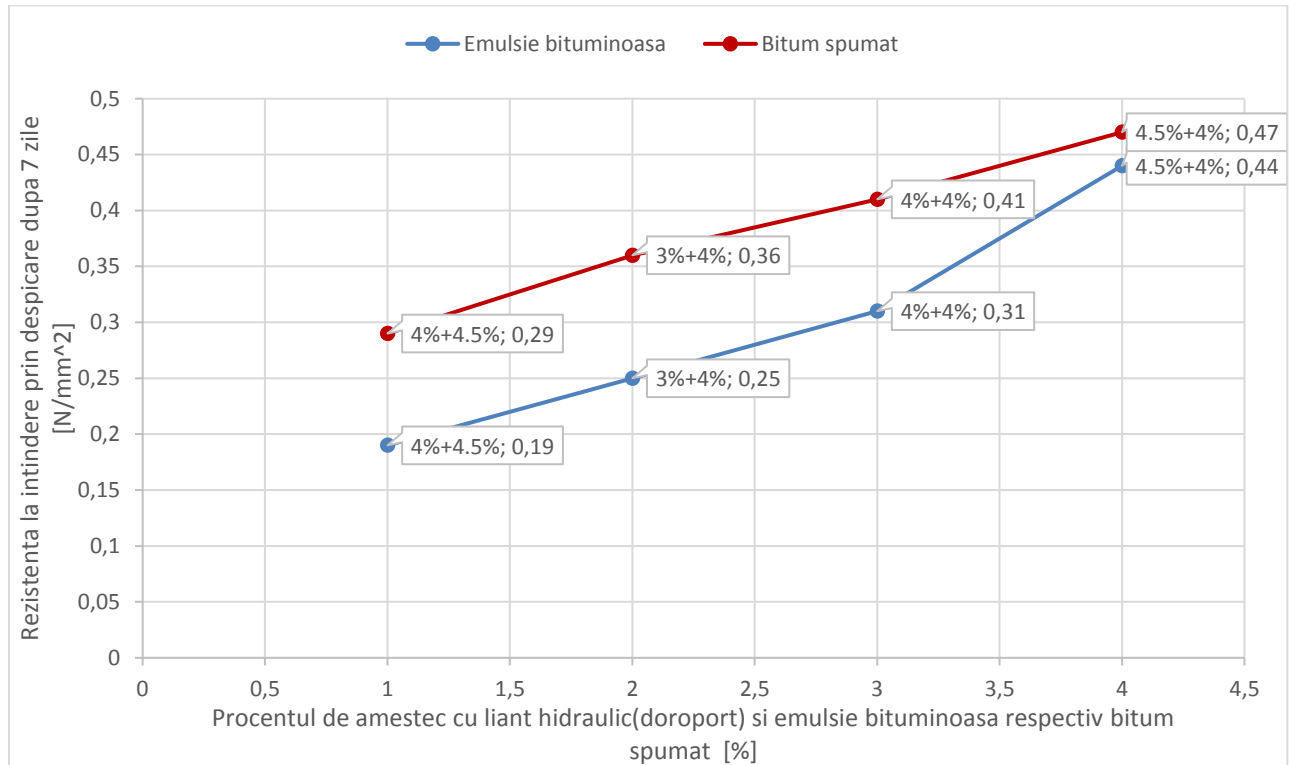


Fig.8 Rezistența raportului de amestec de liant hidraulic

5.CONCLUZII

Din analiza tuturor rețetelor și determinărilor realizate pe mixturi asfaltice reciclate cu emulsie bituminoasă și bitum spumat, se desprind următoarele:

- Cantitatea de liant utilizat crește cu cât finețea de măcinare a agregatelor este mai mare (trebuie acoperită întreaga suprafață specifică a acestora);

-Din analiza rezultatelor obținute atât pe epruvete confecționate atât cu emulsie cât și cu bitum spumat, reiese faptul că hotărâtor în obținerea unei rezistențe sporite la despicare, este procentul de liant hidraulic, care are o întarire rapidă și conferă materialului un comportament rigid;

-Pentru probe cu conținut similar de liant hidraulic și de liant bituminos, se observă o creștere ușoară a rezistențelor la despicare în cazul celor cu bitum spumat, lucru care se datorează spumării bitumului, adică volumului mai mare de spumă care anrobează mai bine și mai ușor întreaga suprafață specifică a agregatelor.



-Dacă în cazul reciclării cu emulsie bituminoasă, condiția de rezistență minimă la despicate este îndeplinită numai pentru valori de 4.5 % Doroport și 4.0 % emulsie, în cazul utilizării bitumului spumat, aceasta se obține și pentru 4.0 % Doroport și 4.0 % emulsie

-În cazul utilizării bitumului spumat, se pot obține scăderi ale procentului acestuia față de cazul utilizării emulsiei bituminoase, studiile generale arătând că în timp, comportarea mixturilor stabilizate cu bitum spumat este mai bună, în sensul că au o durată de viață mai îndelungată cu aprox. 10...15 % decât cea a mixturilor reciclate cu emulsie bituminoasă.

6.BIBLIOGRAFIE

1. AND 532:1997 Normativ privind reciclarea la rece a îmbrăcăminților rutiere

2. https://www.ct.upt.ro/studenti/cursuri/belc/Reciclarea_straturilor_rutiere.pdf

<https://ec.europa.eu/growth/tools-databases/tris/et/index.cfm/search/?trisaction=search.detail&year=2019&num=514&dLang=RO>

3.Curs drumuri III-suport electronic



Pasaj cu structură compusă oțel-beton pe 5 grinzi

Iordache Sabin-Nicolae

SN

Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, ,
[e-mail secretariat.constructii@staff.utcluj.ro](mailto:secretariat.constructii@staff.utcluj.ro)

Îndrumător

Prof.Dr.Ing. Alexandra Denisa Danciu

Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, [e-mail:alexandra.danciu@campus.utcluj.ro](mailto:alexandra.danciu@campus.utcluj.ro)

Tema aceasta a avut ca punct de plecare proiectarea unui pod cu suprastructură din oțel-beton, cu o singură deschidere de 25m, având 5 grinzi metalice cu inimă plină HE900A, 8 antretoaze IPE 450 și o dală din beton armat la partea superioară. Grinzile metalice sunt realizate din inimă cu înălțime constantă de 830x16mm, talpă superioară și talpă inferioară cu dimensiunile 300x30, constante pe toată lungimea grinzilor. La distanța de 5,1 -19,9m, grinzile metalice sunt prevăzute cu o platbandă de dimensiune 250x28, sudată la talpa inferioară. Grinzile principale sunt dispuse la distanța de 2,1m între ele, iar antretoazele sunt dispuse la distanța de 3,25-3,7m.

Întreaga suprastructură este realizată din oțel S460. Dala de beton armat este realizată din beton turnat monolit C35/45, având grosimea în sens transversal variabilă pentru a asigura scurgerea apelor pluviale, înălțimea medie a dalei de beton am considerat-o 0,25m. Dala este prevăzută cu vute în dreptul grinzilor principale metalice cu înălțimea de 15cm. Conclucrarea între grinzile metalice și dala de beton armat se realizează prin intermediul conectorilor de tip dorn cu gujon cu diametrul de 18 mm, lungime 150 mm, oțel S350.

Lucrarea de față urmărește construcția unei structuri compuse organizată pe cinci grinzi cu scopul de a facilita traversarea mașinilor și a oamenilor peste un râu, un alt drum existent sau o trecere de cale ferată. Am ales acest subiect deoarece acest tip de lucrări sunt des întâlnite în România, fiind o alternativă foarte bună de lucru, prezentând rezistență, conclucrare foarte bună a materialelor și durabilitate. Proiectarea structurilor compuse presupune cunoașterea comportării oțelului și a betonului pentru a realiza o conclucrare între cele 2 materiale. Execuția are avantaje precum: timpul redus de montare al grinzilor, ceea ce oferă și un preț mai avantajos, îmbinări simple și elemente prefabricate.



Conținutul lucrării cuprinde amplasarea căii pe pod, determinarea caracteristicilor geometrice ale secțiunilor din câmp și reazăm pentru a ști cu ce arie se va lucra, evaluarea încărcărilor, verificarea eforturilor unitare normale din încărcări permanente și utile, forța tăietoare verticală capabilă plastică, rezistența la valoare din forfecare, încovoierea cu forță tăietoare, calculul numărului de conectori, calculul la oboseală, verificarea deformației elastice, influența reazemelor intermediare provizorii, armare placă, predimensionare și aramare culee.

Predimensionarea grinzilor și verificarea structurii s-a realizat în programul de specialitate Acobri, metodologia de verificare în programul de calcul Mathcad, iar diagramele de moment și forță tăietoare au fost extrase din Sap 2000.

Structura a fost supusă convoiului de trafic LM1 și LM2, în forma cea mai defavorabilă pentru a da momentul de calcul cel mai mare. Calculul armăturii se va face cu momentul cel mai mare.

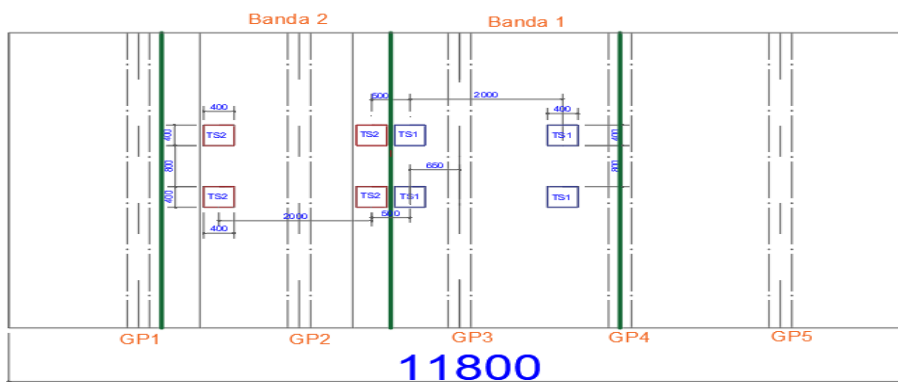


Fig.1 Poziționarea convoiului din LM1

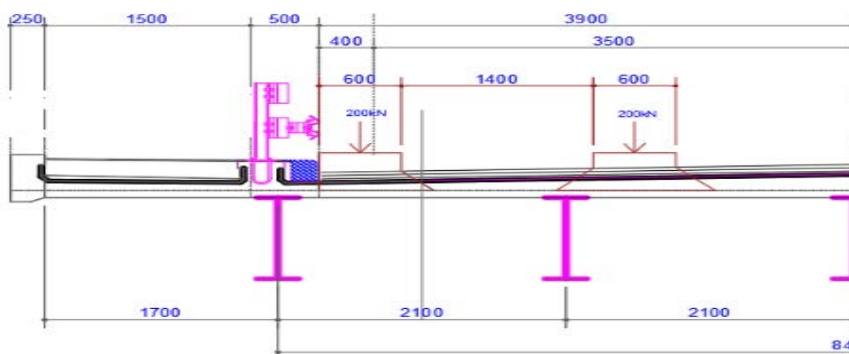


Fig.2 Poziționarea convoiului din LM2 (osie unică de 400kN)



În urma calculelor, armăturile pentru preluarea momentului încovoietor se vor calcula pentru momentul maxim rezultat din ipoteza 2 de încărcare, LM2, iar armăturile pentru preluarea forței tăietoare se vor dimensiona pentru forța tăietoare maximă rezultată din ipoteza 2 de încărcare, LM2.

Am adoptat sudarea unei plăcuțe de platbandă pe talpa inferioară a grinzilor principale în zona cupinsă de 5.1m - 19.9m. Această plăcuță a rigidizat fibra inferioară a grinzilor, rezultând un efort unitar normal mai mic în fibra inferioară a oțelului.

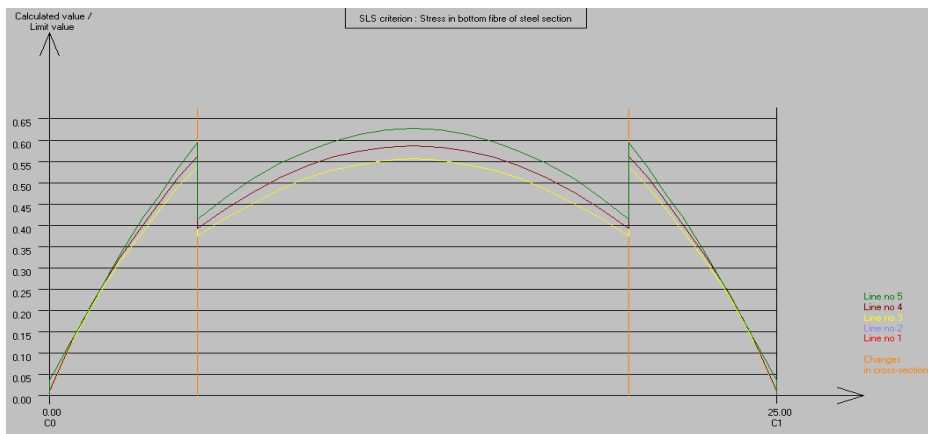


Fig.3 Diagrama de tensiuni în fibra inferioară a oțelului din Acobri

În figura 3 se observa că în zona de câmp (5.1m - 19.9m), efortul unitar normal din fibra inferioară a oțelului scade. Dacă nu ar fi dispusă placuța de platbandă, efortul ar fi prea mare, iar verificarea nu ar fi îndeplinită.

Din calculul manual săgeata elastică a rezultat 4,4cm, valoare maximă a săgeții obținându-se la mijlocul deschiderii, iar din Acobri la distanța de 12.5m săgeata elastică a rezultat 3,1cm.

$$f := \frac{5.5 \cdot M_f \cdot L^2}{48 \cdot E \cdot I_{m, \text{faza2.st}}} = 4.401 \text{ cm}$$



Fig.4 Ecuția de calcul a săgeții elastice

Beam line No. : 1
Section No. : 7
Node line No. : 16
Type of cross-section : Mid-span
Position : 12.50 m Span No. : 1

SERVICEABILITY LIMIT STATE	Value	Limit	Ratio	Combination
Deflections (m)	0.031	0.050	0.62	UDL + TS

Fig.5 Săgeata elastica obținută din Acobri

Numărul de conectori din calculul de mână a rezultat 390 pe distanța de 5.1 m de la reazem, la distanța de 200mm între ei, iar constructiv se vor monta la distanța de 300mm între ei în continuarea grinzii. Astfel conectorii se vor suda la fața locului pe 3 rânduri. Calculul de mână s-a efectuat pentru conectori cu diametrul de 18mm și lungime de 150mm.

Programul Acobri a rezultat un număr de 350 conectori cu diametrul 16mm și înălțime de 150mm pe o distanță de 5m.

NUMBER OF CONNECTORS

Ø16x150 : d = 16.0 mm - h = 150.0 mm

span	Row 1	Row 2	Row 3	Row 4	Row 5	Total	Weight (t)
1	350	286	274	286	350	1546	0.423

- The number of shear connectors given includes a flat 30% increase over the theoretical quantity to take account of fabrication practice.

Fig.6 Numarul de conectori din programul Acobri

Conectorii se dispun în număr mai mare pe zona de reazem, deoarece dala de beton are tensiuni tangențiale datorate din franare și accelerare mai mari pe capete, lunecarea făcându-se pe capetele podului.

Comparația din calculul de mână și programul de calcul Acobri privind valorile momentelor încovoietoare din încărcări de scurtă durată, preluate de secțiunea compusă.



M [kNm]		x [m]						
		0	5.1	8.8	12.5			
M'	Incarcari preluate de sectiunea metalica							
	M' (faza I), grinda continua	0	-318.39	111.12	254.29			
M''	Incarcari de lunga durata, preluate de sectiunea compusa							
	Mr (din reactiunea reazeme int)	0	1381	1381	1381			
	Mtr+Msr (trotuar + sistem rutier	0	849	1193	1307			
	Total incarcari de lunga durata	0	2230	2574	2688			
	Incarcari de scurta durata, preluate de sectiunea compusa							
	M LM1	0	1559	2180	2411			
M aglomerari					0	149	209	229

Fig.7 Tabel centralizator momente încovoietoare din Mathcad

Load case	Mmax (kN.m)
Load model 1 UDL	587.42
Load model 1 TS	1025.33
Load on footways	141.98
Fatigue LM3 Left-hand slow lane	592.57
Fatigue LM3 Right-hand slow lane	23.00

Fig.8 Tabel centralizator momente încovoietoare din Acobri în secțiunea X=5.1m

Se poate observa că rezultatele sunt apropiate:

Momentul încovoietor din LM1 (Mathcad)=1559kN*m

Momentul încovoietor din LM1 (Acobri)=(587,42+1025,33)kN*m=1612kN*m

Momentul încovoietor din aglomerări de oameni (Mathcad)=149kN*m

Momentul încovoietor din aglomerări de oameni (Acobri)=142kN*m



În urma informațiilor și a calculelor evidențiate anterior, menționăm atât importanța calculului manual, precum și cea a calculului realizat prin utilizarea programului pentru poduri Acobri, subliniind însă eficiența mult mai sporită a calculului obținut în programul Acobri.

Bibliografie

1. Guțiu, I.S., 2012, *Poduri Structuri compuse oțel-beton*, Editura U.T. PRESS, Cluj-Napoca.
2. Iliescu, M., Viorel, G., 2012, *Îndrumător pentru proiectarea podurilor*, Editura U.T. PRESS, Cluj-Napoca



MĂSURĂTORI INGINEREȘTI FOLOSIND DIFERITE INSTRUMENTE SI ACCESORII ÎN VEDEREA DETERMINĂRII CONTURULUI UNEI CONSTRUCȚII

Autor/autori

K. Lakatoș, D. Fufezan, A. Bolojan

¹Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Cluj Napoca adresa_mail Lsiminakarina@gmail.com

²Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Cluj Napoca, fufezan.d@yahoo.com

³Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Cluj Napoca, alexandrablojan@yahoo.com

Îndrumător/îndrumători

Conf. Mircea I. Bondrea

Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Cluj Napoca, Mircea.Bondrea@mtc.utcluj.ro

REZUMAT: În domeniul măsurătorilor terestre și de cadastru este nevoie de determinarea cu precizie a conturului exterior a construcției în vederea documentației tehnice și cadastrale. În cadrul măsurătorii se va utiliza stația totală, sistemul GNSS, prisme, mini prisme și alte accesorii în vederea ridicării topografice a unei construcții industriale de pe strada Observatorului.

În privința măsurătorii unghiurilor se folosesc aparate care permit citirea directă cel puțin a jumătății de minut, iar pentru distanțe, atât instrumente pentru măsurarea directă (rulete cu panglici de oțel sau fibră de sticlă, fire de oțel etc.) cât și instrumente pentru măsurare indirectă.

Prin realizarea unui studiu topografic (ridicare topografică) și suprapunerea acestuia peste o documentație cadastrală se pot determina erori precedente, părți ale construcției neincluse în documentațiile cadastrale existente și astfel se definește cadrul de pornire pentru realizarea proiectelor viitoare.

În studiul nostru de caz vom analiza diferențele măsurătorilor efectuate cu diferite instrumentații și metode topografice și schimbarea suprafeței sau așezării construcției industriale pe baza căreia se realizează acest studiu.

Cuvinte cheie: măsurători, cadastru, inginerie, topografie, studiu.



Introducere

Determinarea preciziei din cadrul măsurătorilor terestre și cadastru este una dintre cele mai importante părți ale acestui domeniu. De aceea, în studiul nostru, vă vom prezenta măsurarea conturului aceleiași construcții, folosind diferite instrumentații și accesorii.

Studiu de caz

Construcția aleasă din studiul nostru de caz este hala industrială localizată pe strada Observatorului, numărul 72-74. Cât despre instrumentațiile și accesoriiile folosite pentru determinarea măsurătorilor, acestea vor fi prezentate individual.



1. Tehnologia GNSS – Hi Target V30

GPS-ul Hi Target V30 are o transmisie pe distanță lungă și o bună compatibilitate electromagnetică. Poate fi compatibilă cu o varietate de protocoale. Și perfect compatibilă cu o varietate de sisteme CORS.

2. Stația totală TCR 407 cu prismă mare

Stația totală TCR 407 de la Leica Geosystems este un aparat de înaltă calitate, iar tehnologia avansată folosită permite ca munca de măsurare să fie mai ușoară. Aceasta este prevăzută cu un dispozitiv de măsurare a distanțelor rapid, care lucrează și pe prismă (0,8 sec). Pentru cele mai dese aplicații din domeniul construcțiilor și topografie, acuratețea de 2" și 5" oferită de TCR 407 este ideală.





3. Stația totală TCR 407 cu laser

Pentru această măsurătoare am păstrat stația totală TCR 407 și ne-am folosit de tehnologia cu laser.

4. Stația totală TCR 407 și miniprisma.

Folosind aceeași stație totală, am utilizat miniprisma cu modelul Leica GMP 111, care este utilizată în lucrări de ridicare sau trasare de mare precizie. Constanta este de 0,00 mm, fiind compatibilă cu stațiile totale Leica.



Metodele folosite pentru realizarea acestor măsurători au fost:

- Metoda drumuirii, care este una din metodele de determinare a punctelor geodezice de ordin inferior și a punctelor rețelei de ridicare – ea se utilizează de regulă în zonele acoperite cu păduri, culturi unde vizibilitatea este redusă sau în centrele populate.
- Metoda radierii pentru ridicarea topografică a elementelor caracteristice ale terenului (a detaliilor).

Mai jos vor fi prezentate coordonatele punctelor măsurate ale clădirii de pe strada Observatorului prin tehnologiile menționate.

Tabelul 1 – Tabelul coordonatelor

ID Punct	GNSS		Stație totală					
	x (m)	y (m)	Prismă mică		Prismă mare		Laser	
			x (m)	y (m)	x (m)	y (m)	x (m)	y (m)
1	584972,7928	392197,3455	584972,926	392197,508	584972,959	392197,525	584972,965	392197,526
2	584988,2848	393193,2575	584988,246	392193,528	584988,291	392193,545	584988,306	392193,545
3	584994,8955	392217,2462	584994,707	392218,059	584994,719	392218,022	584994,703	392218,043
4	584999,0698	392215,866	584999,017	392217,026	584999,017	392216,847	584998,958	392216,942
5	585002,0804	392228,5156	585002,255	392228,715	585002,516	392228,572	585002,100	392228,688
6	584982,6774	392235,2143	585018,269	392226,388	585018,255	392226,385	585018,246	392226,367

În următorul tabel am calculat diferențele de coordonate ale punctelor măsurate cu fiecare tehnologie. Este de observat faptul că tehnologia GNSS are diferențe mari față de restul din cauza preciziei scăzute a semnalului sateliților în unele locuri greu de accesat. Motiv pentru care GPS-urile nu sunt recomandate pentru trasarea construcțiilor.

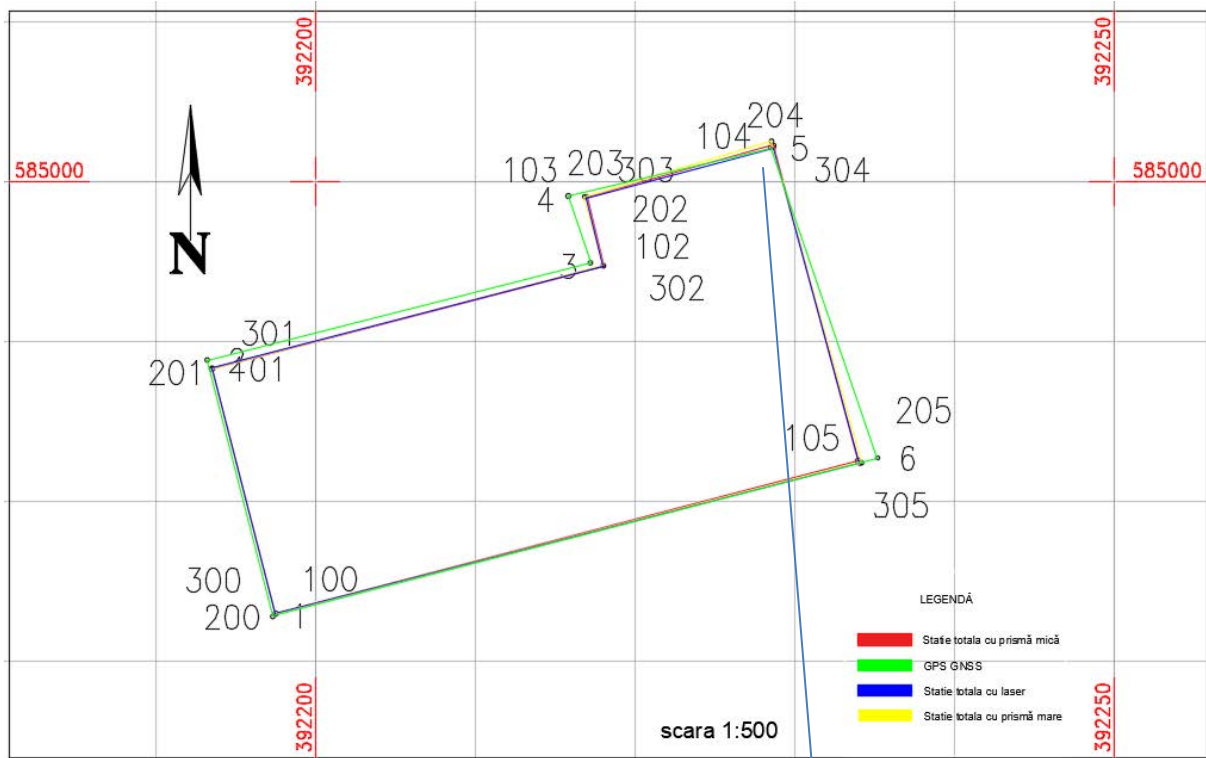
Tabelul 2 – Tabelul diferențelor coordonatelor

Prismă mare - Prismă mică		Prismă mare - GNSS		Prismă mare - Laser		Prismă mică - GNSS		Prismă mică - Laser		GNSS - Laser	
ΔX (m)	ΔY (m)	ΔX (m)	ΔY (m)	ΔX (m)	ΔY (m)	ΔX (m)	ΔY (m)	ΔX (m)	ΔY (m)	ΔX (m)	ΔY (m)
-0,033	-0,017	-0,1662	-0,1795	0,006	0,001	-0,1332	-0,1625	0,039	0,018	0,1722	0,1805
-0,045	-0,017	-0,0062	999,7125	0,015	0	0,0388	999,7295	0,06	0,017	0,0212	-999,7125
-0,012	0,037	0,1765	-0,7758	-0,016	0,021	0,1885	-0,8128	-0,004	-0,016	-0,1925	0,7968
0	0,179	0,0528	-0,981	-0,059	0,095	0,0528	-1,16	-0,059	-0,084	-0,1118	1,076
-0,261	0,143	-0,4356	-0,0564	-0,416	0,116	-0,1746	-0,1994	-0,155	-0,027	0,0196	0,1724
0,014	0,003	-35,5776	8,8293	-0,009	-0,018	-35,5916	8,8263	-0,023	-0,021	35,5686	-8,8473



După raportarea punctelor din carnetul de teren în AutoCAD, prelucrarea și unirea lor, am obținut schița halei măsurate. În planșa de mai jos am suprapus schițele fiecărei tehnologii pentru a observa diferențele lor.

Figura 1 – raportarea punctelor măsurate



Pentru o vedere mai bună asupra
diferențelor conturului avem:

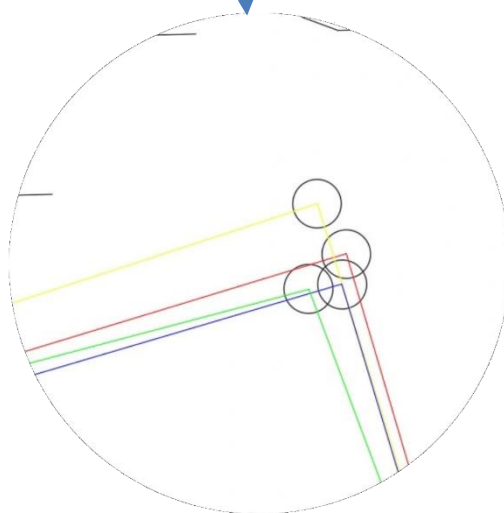


Figura 2 – zoom raportarea punctelor măsurate



După măsurarea și reprezentarea halei am calculat suprafața clădirii, depinzând de fiecare tehnologie în parte.

Tabel 3 – calculul suprafețelor

GNSS (mp)	Stație totală + prismă mică (mp)	Stație totală + prismă mare (mp)	Stație totală + laser (mp)	Ruletă (mp)
686,659	651,496	658,008	653,512	655,0034

Mai departe observăm diferențele dintre suprafețele calculate.

Tabel 4 – diferențele suprafețelor

Prismă mare - Prismă mică (mp)	Prismă mare - GNSS (mp)	Prismă mare - Laser (mp)	Prismă mică - GNSS (mp)	Prismă mică - Laser (mp)
6,512	-28,651	4,496	-35,163	-2,016
GNSS - Laser (mp)	Ruletă - Prismă mare (mp)	Ruletă - Prismă mică (mp)	Ruletă - Laser (mp)	Ruletă - GNSS (mp)
33,147	-3,0046	3,5074	1,4914	-31,6556

Concluzie

În urma măsurătorilor efectuate și prezentate în studiul nostru de caz au rezultat următoarele aspecte:

- Există mulți factori care influențează precizia măsurătorilor. De la aparatele (stația totală, GPS-ul) până la accesoriile folosite (prisma mare, prisma mică, laserul). Diferențele de câțiva milimetri dintre două puncte măsurate cu tehnologii diferite pot afecta suprafața unei clădiri cu câțiva metri pătrați, cum am mai exemplificat.
- Cea mai puțin precisă tehnologie de măsurare a unei clădiri ar fi tehnologia GNSS, din cauza lipsei semnalului în unele zone ferite. Nu este recomandată pentru măsurarea clădirilor.
- Una dintre cele mai precise măsurători este cea care implică stația totală și prisma mică. Datorită mărimii prisme, așezarea, fixarea și menținerea ei pe un anumit punct este cu mult mai ușoară, automat mai exactă.
- Prin verificarea lungimii laturilor clădirii dintre punctele măsurate cu ajutorul ruletei și calculul suprafeței se observă faptul că tehnologia măsurării cu ajutorul laserului este cea mai exactă dintre instrumentațiile folosite.
- În ultimul rând, se remarcă măsurătoarea efectuată prin stația totală și prisma mare, care este mai precisă decât cea realizată cu ajutorul miniprisme.



BIBLIOGRAFIE

1. <https://pdfcoffee.com/staia-totala-leica-tcr-407-pdf-free.html>
2. <https://survey-solutions.ro/Miniprisma-Leica-GMP111>
3. <https://geo-matching.com/gnss-receivers/v30-plus-gnss-rtk-system>

PREMII

Premiul	Numele și prenumele autorului/autorilor	Instituția de învățământ	Titlul lucrării	Îndrumător / îndrumători	Punctaj mediu (din 100)
1	Norbert KISS Vlad-Cristian TRIF Robert BANCIOIU	UTCN Facultatea de Construcții	Realizarea unei hărți topo-batimetrice cu ajutorul tehnologiilor moderne de măsurare de tip stație totală, sistem GNSS, dispozitiv UAV, sonar	Adrian RĂDULESCU	100,00
	Sabin-Nicolae IORDACHE	UTCN Facultatea de Construcții	Pasaj cu structură compusă oțel-beton pe 5 grinzi	Alexandra DANCIU	100,00
2	Dinadra GROZA Denis RUS Flaviu FODOREAN Diana HORA	UTCN Facultatea de Construcții	Măsuri de reducere a accidentelor pe drumuri	Andrei CLITAN	90,00
	Răzvan-Gabriel ALEXE	UTCN Facultatea de Construcții	Realizarea microrețelei de puncte geodezice necesare trasării unui complex rezidențial din localitatea Cluj-Napoca	Ioel VEREȘ Mircea BONDREA	90,00
3	Andrei PARFENE	UT Brașov Facultatea de Construcții	Aplicații practice ale fotogrametriei și scanării 3D în construcții	Radu MUNTEAN Felicia MEREUȚĂ	84,00
	Teodora BÎRSAN Vlăduț FARCAȘ David CORODAN	UTCN Facultatea de Construcții	Reciclarea mixturilor asfaltice utilizând bitumul spumat	Gavril HODA	84,00
Mențiune	Andreea PRICOP Mirela GIURGI	UTCN Facultatea de Construcții	Utilizarea tehnologiei UAV	Mircea BONDREA	80,00
Mențiune APDP	Karina LAKATOȘ Denisa FUFEZAN Alexandra BOLOJAN	UTCN Facultatea de Construcții	Măsurători inginerești utilizând diferite instrumente și accesorii în vederea determinării conturului unei construcții	Mircea BONDREA	79,00
	Roxana PLEȘCA Andrei Iulian IRIMIE	UTCN Facultatea de Construcții	Proceduri tehnice pentru executarea covoarelor asfaltice	Andrei CLITAN	78,00



Comisia 4

- **„Arhitectură - ARH”**
- **„Construcții civile, industriale și agricole - CCIA”**
(anii III și IV)
- **Master**
- **Doctorat**

1. **Conf. dr. ing. Mihai NEDELCU - președinte**
2. Conf. dr. ing. Vasile FĂRCAȘ
3. Conf. dr. ing. Roxana TĂMAȘ
4. Șef lucr. dr. ing. Dorina SUCALĂ
5. Șef lucr. dr. ing. Horia CONSTANTINESCU
6. Șef lucr. dr. ing. Lucian ȘTEFAN
7. Student/Masterand Ximena BOGDAN
8. Student/Masterand Andrei ZOSIM

- Membri supleanți:

1. Șef lucr. dr. ing. Andrei FAUR
2. Șef lucr. dr. ing. Teodora ȘOIMOȘAN



Algoritm de calcul automat folosind MEF pentru calculul săgeților stâlpilor din beton precomprimat cu armături aderente

Autor

Bela KOVACS¹

¹Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, kovacsbela987@yahoo.com

Îndrumător

Ș.I. Dr. Ing. Traian-Nicu TOADER²

²Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, traian.toader@dst.utcluj.ro

REZUMAT:

Prezenta lucrare are ca scop descrierea unui algoritm automat de calcul pentru stâlpii din beton armat și/ sau precomprimat. Algoritmul dezvoltat are la bază atât trasarea unor curbe caracteristice secționale: curba moment încovoietor - curbura ($M - \phi$), curba efort axial – moment încovoietor ($N - M$) și variația rigidității în funcție de nivelul de solicitare ($M - EI$), cât și trasarea variației deplasării pe lungimea elementului ($H - w$). Pentru verificarea funcționalității corecte a algoritmului de calcul, rezultatele au fost comparate atât cu cele obținute prin testarea experimentală a patru secțiuni de stâlpi, cât și cu rezultate obținute din programul comercial de analiză structurală SAP2000. Algoritmul automat de calcul a fost conceput în limbajul de programare MATLAB.

Cuvinte cheie:

precomprimare, stâlp, algoritm de calcul, element finit, curbe caracteristice

1 Introducere

Cu dezvoltarea rapidă a zonelor urbane pe teritoriul României a crescut și necesarul de construcții în zonele industriale. Cele mai utilizate construcții în această zonă sunt halele parter cu stâlpi lungi, având schema statică de cadre cu stâlpi încastrați în fundații și grinzi articulate la capete. Specificul acestor sisteme structurale sunt deplasările laterale mari de la nivelul acoperișului, ca urmare a acțiunii vântului sau seismului. Pentru a putea cuantifica aceste deplasări a fost dezvoltat un algoritm de calcul în limbajul de programare MATLAB. Acest algoritm este împărțit în două tipuri de calcul: calculul secțional, în care se determină curbele moment încovoietor - curbura ($M - \phi$), efort axial – moment încovoietor ($N - M$) și variația rigidității în funcție de nivelul de solicitare ($M - EI$), și calculul pe element, atât pentru aflarea curbei variației deplasărilor pe înălțime ($H - w$) cât și a unor diagrame de eforturi: efort axial, forță tăietoare și moment încovoietor. Calculul secțional este unul iterativ iar cel pe element este realizat utilizând metoda elementului finit. Pentru verificarea funcționalității algoritmului de calcul rezultatele au fost comparate cu cele obținute din [1] și cu cele din [2].



2 Curbe determinate pe secțiune

Ca prim pas, se introduc în algoritmul de calcul datele de intrare. Aceste date conțin caracteristicile geometrice ale elementelor (lungimea, nodurile, numărul de elemente, condițiile de rezemare), caracteristicile secțiunii (dimensiunea secțiunii, numărul și poziția armăturilor pasive, numărul și poziția armăturilor active), caracteristicile materialelor utilizate (curbele constitutive ale betonului utilizat, armăturii active, armăturii pasive), date pentru calcularea pierderii de tensiune, forțe exterioare (momente, forțe concentrate în noduri, forțe distribuite pe element). Prealabil se determină pierderea de tensiune din armătura activă și echivalarea secțiunii reale cu o secțiune idealizată.

Se determină cele două curbe caracteristice: efort axial – moment încovoietor și moment – curbură utilizând un procedeu de calcul iterativ. Algoritmul determină două curbe de interacțiune moment – efort axial: curba moment plastic – efort axial ($M_{pl} - N$) utilizând curbe caracteristice pentru materiale de tip Prandl și curba moment – efort axial ($M_{bi} - N$) utilizând curbe de material biliniare, cu reconsolidare. Calculul este efectuat conform considerentelor teoretice prezentate în [3]. Curba moment – curbură determinată de algoritm este împărțită în trei domenii: iterarea deformației fibrei extrem comprimate de beton, iterarea (dacă este cazul) deformației liniare apărute în armătura activă întinsă, iterarea deformației liniare apărute în armătura pasivă întinsă. Procedeu de calcul este făcut asemenea calculului curbei $N - M$.

Curba variației rigidității în funcție de nivelul de solicitare ($M - EI$) este construită utilizând valorile din curba moment – curbură. Rigiditatea la fiecare pas de încărcare se determină conform ecuației 1. Este luată în calcul doar ramura ascendentă a curbei $M - \phi$. Limitările rigidității sunt prezentate în ecuația 2 unde prima ecuație este valabilă în cazul în care deformația în fibra extrem întinsă de beton nu depășește rezistența la întindere a acestuia, iar a doua ecuație este valabilă în cazul în care depășește rezistența acestuia. Efectul armăturii întinse este considerată conform [4].

$$\phi = \frac{M}{E \cdot I} \rightarrow E \cdot I = \frac{M}{\phi} \quad (1)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} E \cdot I = E_{cm} \cdot I_i \\ E \cdot I = \beta \cdot E_s \cdot A_{tot} \cdot d_{tot}^2 + \left(\frac{b \cdot (x_i + \frac{f_{ctm}}{E_{cm}} \cdot \frac{1}{\phi_i})^3}{12} + b \cdot (x_i + \frac{f_{ctm}}{E_{cm}} \cdot \frac{1}{\phi_i}) \cdot (z_{ci} - \frac{1}{2} \cdot (x_i + \frac{f_{ctm}}{E_{cm}} \cdot \frac{1}{\phi_i}))^2 \right) \cdot E_{cm} \end{array} \right. \quad (2)$$

unde I_i = momentul de inerție a secțiunii ideale, $\beta = \frac{\zeta \cdot (1 - \xi)}{\psi}$, $\zeta = \frac{z_{tot}}{d_{tot}}$, $\xi = \frac{x_i}{d_{tot}}$, $\psi = 1$ coeficient ce ține cont de pretensionare, $d_{tot} = \frac{d_s \cdot A_s + d_p \cdot A_p}{A_s + A_p}$, d_s = distanța de la armătura pasivă întinsă la fibra extrem comprimată de beton, $z_{tot} = 0.85 \cdot d_{tot}$, $A_{tot} = A_s + \frac{E_p}{E_s} \cdot A_p$

3 Curbe determinate pe element: variația deplasărilor pe înălțimea elementului

Calculul pe element s-a efectuat utilizând metoda elementelor finite. S-au utilizat elemente finite unidimensionale de tip bară prezentate în [5]. Calculul a fost efectuat de 2 ori, prima efectuare este menită să afle diagramele de eforturi ale elementului (este utilizată rigiditatea elementului neafectată de eforturi exterioare), a doua efectuare este menită pentru determinarea deplasărilor după ce se alterează rigiditatea elementelor (valorile rigidității sunt preluate din curba $M - EI$). Algoritmul funcționează astfel: utilizând nodurile implementate în



zona de input sunt create elemente. Aceste elemente sunt mai apoi împărțite într-un anumit număr de elemente finite. Fiecare nod generat (deoarece calculul este făcut în plan) are 3 grade de libertate: deplasarea pe Y, deplasare pe X și rotirea după Z. Aceste grade de libertate sunt numerotate automat pentru a putea fi identificate la final. Se construiește matricea de localizare L, utilă pentru a face legătura între matricile elementelor locale cu o matrice ce acumulează valorile tuturor elementelor. Se determină matricea de rigiditate a fiecărui element în parte (în coordonatele lor locale) în funcție de tipul de rezemare a elementului finit. Se determină matricea de rotație a fiecărui element în parte, utilă pentru transformarea valorilor din coordonate locale în globale. Se construiește matricea de rigiditate a sistemului, utilizând matricea de localizare. Se construiește o matrice ce indică pe fiecare nod a fiecărui element finit ce încărcări exterioare sunt aplicate. Se face reducerea atât a matricei de rigiditate cât și a matricei forțelor exterioare: se elimină rândurile și coloanele unde gradul de libertate este blocat, asemenea se reduc liniile și coloanele în care matricea de rigiditate prezintă doar valori nule. Se determină deplasările conform ecuației 3 respectiv se determină eforturile conform ecuației 4. Forțele dispuse pe elemente sunt transformate ca forțe nodale pe fiecare element finit.

$$U_{liber} = K_{redus}^{-1} \cdot P_{redus} \quad (3)$$

$$S = K \cdot U + P_{ech} \quad (4)$$

unde K = matrice de rigiditate, K_{redus} = matrice de rigiditate redusă, P_{redus} = matricea redusă a forțelor, U = matricea deplasărilor, U_{liber} = matricea deplasărilor pe gradele de deplasare libere, P_{ech} = matricea forțelor nodale echivalente

Curba determinată este prezentată în figura 1.

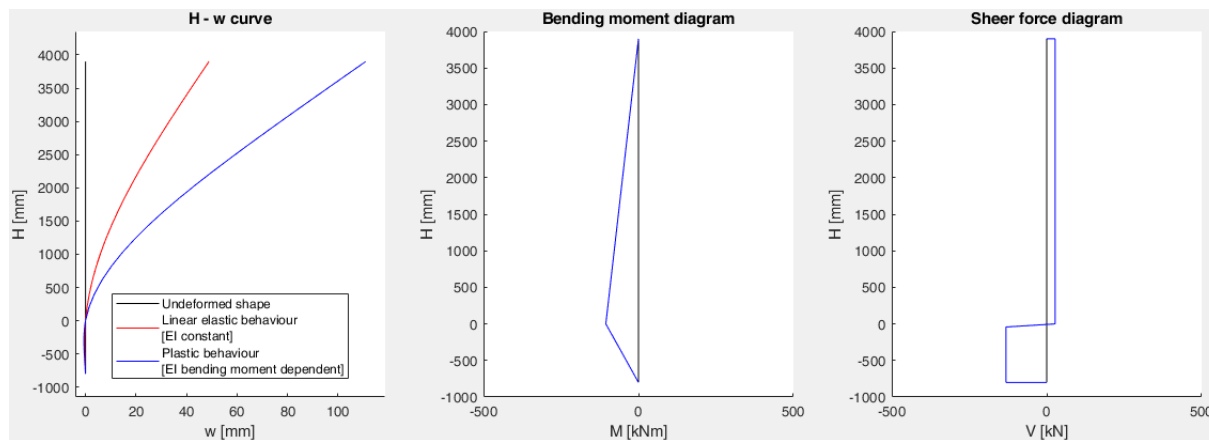


Figura 1: Curba w – H , diagrama de moment încovoiitor, diagrama de forță tăietoare

4 Rezultate

Algoritmul de calcul a fost încercat pe 4 secțiuni de stâlpi prezentate în [1]. Aceste secțiuni se regăsesc în figura 2 ele având un sistem de rezemare prezentat în aceeași figură. Curbele $M_{pl} - N$, figura 3, și $M - \phi$, figura 5, au fost comparate cu cele obținute din programul de calcul structural SAP2000.

Valorile deplasărilor obținute cu ajutorul algoritmului de calcul au fost comparate cu cele obținute experimental pe cele 4 secțiuni de stâlp S01-4 din [1]. În [1] au fost testați 10 stâlpi: 1



tip S01 (stâlp de control) și câte 3 de tip S02-4. Deplasarea fiecărui specimen a fost determinată sub o încărcare laterală, amplasată la capătul liber a sistemului static, egală cu valoarea forței ce duce la atingerea momentului plastic în zona maxim solicitată, determinată din experiment. Rezultatele obținute sunt prezentate în tabelul 2. Proprietățile materialelor utilizate se regăsesc în tabelul 1. Curbele $M - EI$ sunt prezentate în figura 4. Stâlpii au fost încărcați cu un efort axial exterior de 110 kN și o forță de precomprimare rezultată de 358.82 kN.

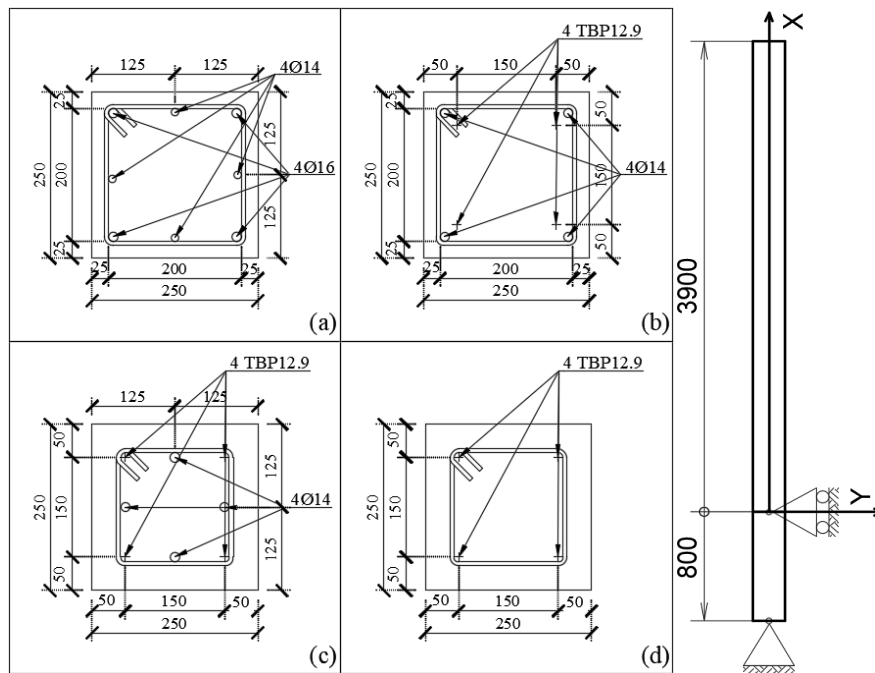


Figura 2: Secțiuni de stâlp: a) S01, b) S02, c) S03, d) S04 din [1] și schema de rezemare a stâlpilor

Tabelul 1: Proprietățile ce definesc materialele utilizate, preluate din [1] și [6]

	Modul de elasticitate (E_{cm}, E_p, E_s)	Rezistența caracteristică (f_{ck}, f_{pk}, f_{yk})	Deformație liniară ultimă ($\epsilon_{cu}, \epsilon_{pu}, \epsilon_{su}$)	Tensiune de control din [1] (σ_{pk})
U.M.	MPa	MPa	[-]	MPa
Beton C60/75	39000	60	3‰	-
Arm. Activă Y1860/1640	199000	1860	2.2%	1100
Arm. Pasivă S500	205000	500	7.5%	-

Tabelul 2: Compararea deplasărilor experimentale din [1] cu cele obținute din algoritmul de calcul

	Element	Deplasare experiment pentru $P=\max$		Forță laterală maximă experiment P_{\max}	Medie deplasări	Medie forță laterală	Deplasare calculată	Raport calcul - experiment
		[mm]	[mm]					
S01	1	st.	294.862	27.12	285.909	27.24	373.687	1.31
		dr.	276.955	27.36				



S02	1	st.	325.9521	29.76	237.95438	30.51	201.36	0.85
		dr.	158.637	24.00				
	2	st.	306.3972	32.56				
		dr.	262.23	31.14				
	3	st.	259.49	29.88				
		dr.	115.02	33.06				
S03	1	st.	206.97	27.28	273.32845	29.505	257.907	0.94
		dr.	387.25	30.87				
	2	st.	398.68	29.34				
		dr.	166.55	26.61				
	3	st.	249.0507	30.18				
		dr.	231.47	29.67				
S04	1	st.	164.13	24.12	168.46907	24.585	336.861	2.00
		dr.	188.19	25.05				
	2	st.	213.5662	25.74				
		dr.	158.97	25.05				
	3	st.	180.8282	21.84				
		dr.	105.13	21.24				

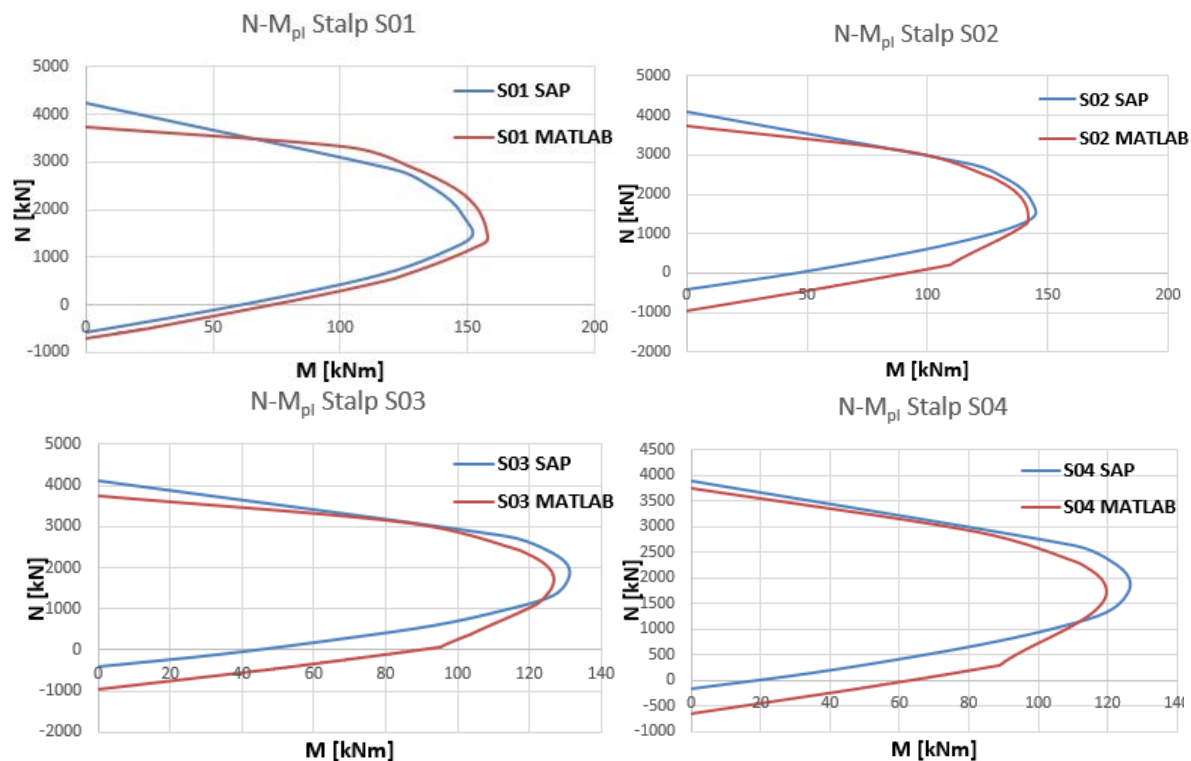


Figura 3: Comparare curbe $N - M_{pl}$ obținute din algoritmul și SAP2000

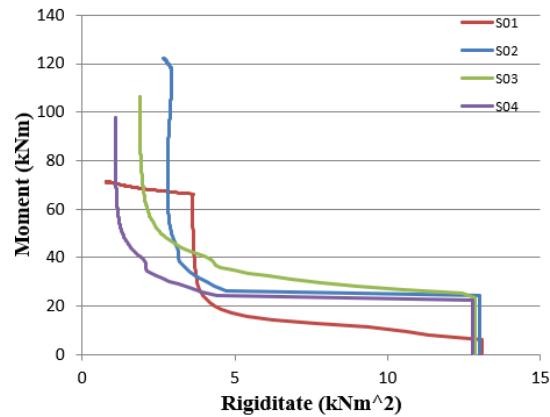


Figura 4: Curbele moment încovoieror – rigiditate pentru cele 4 secțiuni

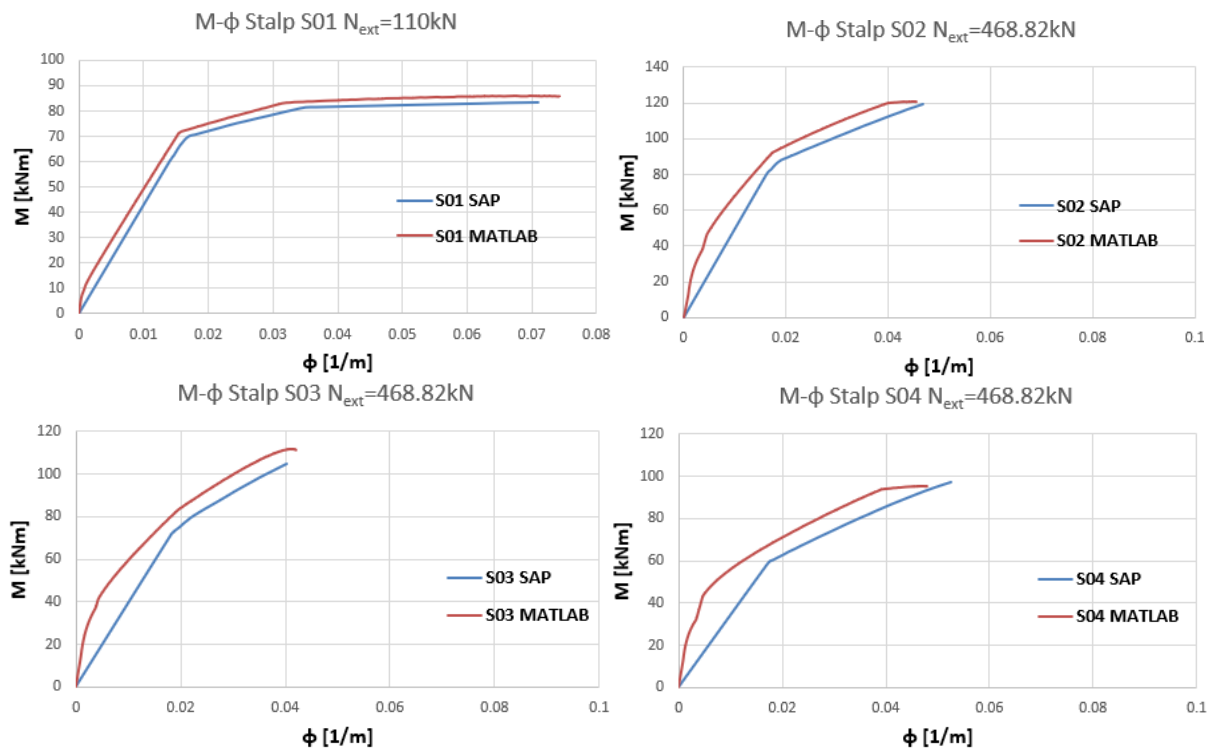


Figura 5: Comparare curbe $M - \phi$ obținute din algritm și SAP2000

Curbele $M - EI$ au fost generate și pentru 5 secțiuni alese din [2]. Secțiunile de stâlp utilizate sunt prezentate în figura 6. Secțiunea SJ1 este armată cu 4 bare de cu diametru de 25 mm, și este neprecomprimată. Secțiunile de la SJ2 până la SJ5 sunt pretensionate cu o forță de precomprimare ce corespunde la o tensiune în fiecare toron de 1000 MPa. Toroanele utilizate sunt TBP 12.5 cu o arie de 93 mm². Proprietățile materialelor utilizate se regăsesc în tabelul 3. Compararea rezultatelor sunt prezentate în figura 7, curba pentru secțiunea SJ1 corespunde curbei RC iar cele pentru secțiunile SJ2, SJ3, SJ4 și SJ5 corespund curbelor de culoare gri. Numerele din figura din dreapta corespund numerelor de toaroane utilizate în secțiune.

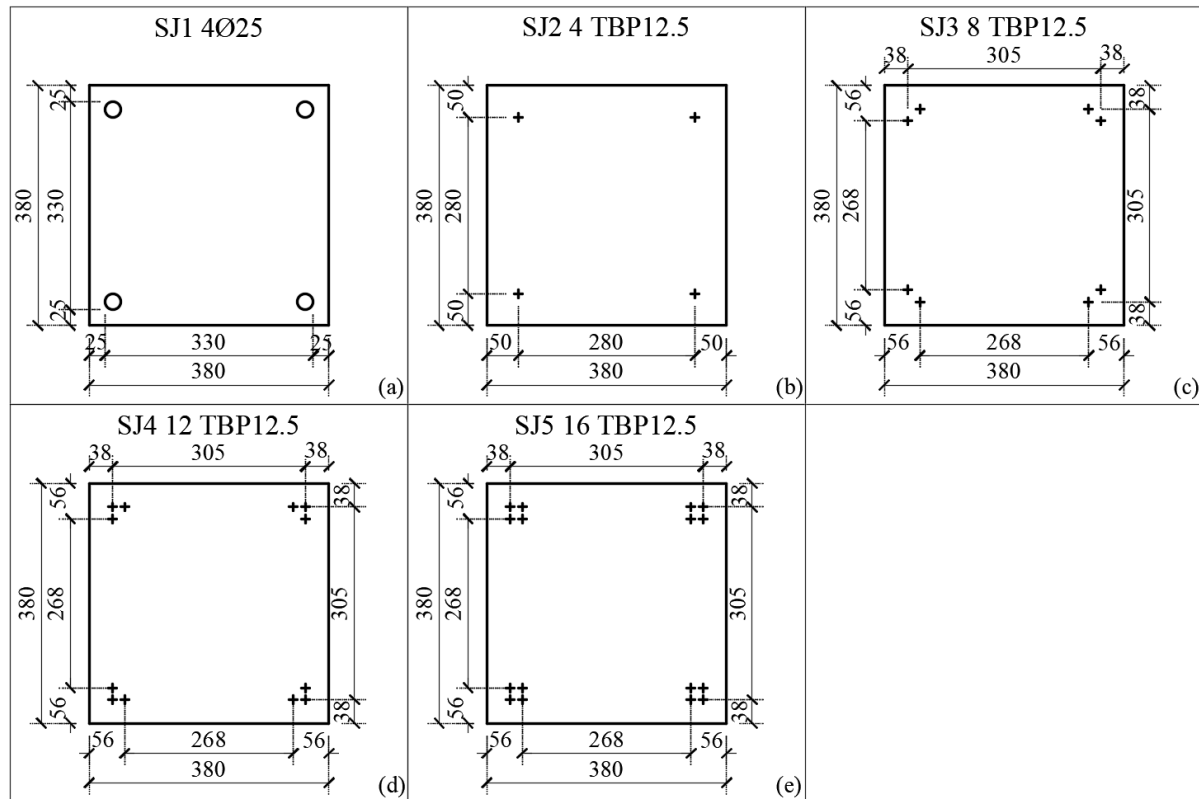


Figura 6: Secțiuni de stâlp: a) SJ1 4Ø25, b) SJ2 4 TBP12.5, c) SJ3 8 TBP12.5, d) SJ4 12 TBP12.5, b) SJ5 16 TBP12.5

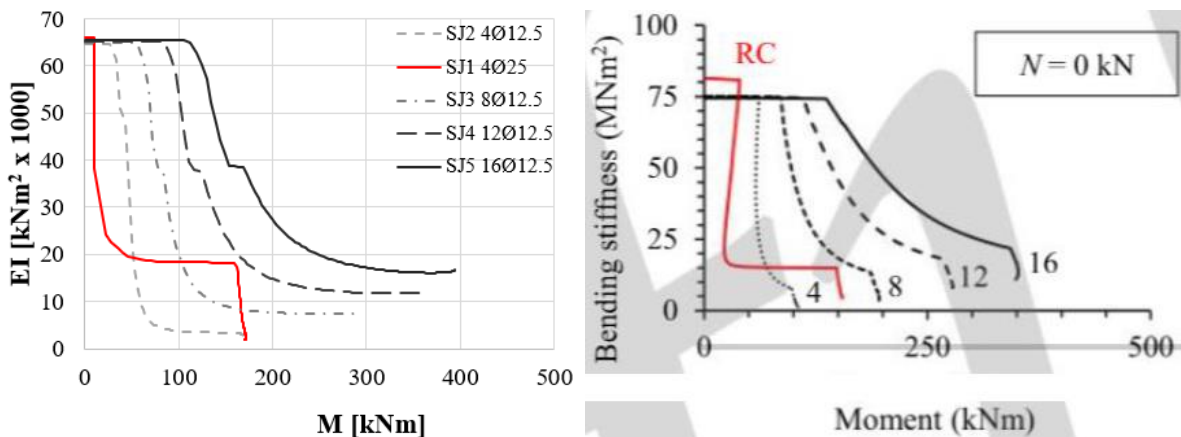


Figura 7: Comparare curbe M – EI: figura din stânga reprezintă valorile obținute pe baza algoritmului iar cea din dreapta sunt curbele preluate din [2]

Tabelul 3: Proprietățile ce definesc materialele utilizate, preluate din [2]

	Modul de elasticitate (E_{cm}, E_p, E_s)	Rezistența caracteristică (f_{ck}, f_{pk}, f_{yk})	Deformație liniară ultimă ($\epsilon_{cu}, \epsilon_{pu}, \epsilon_{su}$)	Tensiune de control din [2] (σ_{pk})
U.M.	MPa	MPa	[-]	MPa
Beton C50/60	37000	50	3.5‰	-



Arm. Activă Y1860/1640	199000	1860	2.2%	1000
Arm. Pasivă S500	205000	500	7.5%	-

5 Concluzii

Curbele efort axial – moment plastic ($N - M_{pl}$) generate prezintă valori asemănătoare, diferențe considerabile apar pe zona de sub punctul de balans. Curbele din programul de calcul structural SAP2000 au fost generate utilizând împărțirea secțiunii în fibre.

Curbele moment încovoietor – curbura ($M - \phi$) prezintă valoarea curburii ultime asemănătoare. Curbele obținute cu ajutorul algoritmului prezintă o energie de deformare mai mare de cât cele generate cu ajutorul programului SAP2000.

Pentru curbele moment încovoietor – rigiditate la încovoiere ($M - EI$) se poate deduce că: efectul efortului axial asupra rigidității elementului este unul pozitiv. Pentru efort axial mai mare (de exemplu stâlpii S02, S03 și S04 datorită precomprimării) rigiditatea la încovoiere rămâne crescută pe un interval mai mare de moment încovoietor. Stâlpii precomprimați au început să-și piardă din rigiditate după depășirea valorii momentului încovoietor de 25 kNm cât timp cel neprecomprimat a prezentat o pierdere a rigidității sub valoarea de 15 kNm. După fisurare, rigiditatea la încovoiere este mai scăzută de cât rigiditatea specimenului nepretensionat, secțiune S01. În cazul secțiunilor SJ1, SJ2, SJ3, SJ4 și SJ5, alura curbelor este asemănătoare, valorile rigidității maxime diferă (pentru rezultatele din algoritm rigiditatea la încovoiere inițială este situată între 60 și 70 MNm² iar pentru rezultatele din [2] ea se află între 75 și 85 MNm²). Algoritmul prezintă pe zona: 100 kNm și 170 kNm, o rigiditate mai mare pentru secțiunea SJ1 de cât pentru secțiunea SJ3.

Bibliografie

- [1] M. Chirițescu, Teză de doctorat: Utilizarea precomprimării la elemente prefabricate lungi din beton, solicitate preponderent la compresiune cu încovoiere, Cluj-Napoca, 2016.
- [2] J. Haavisto, O. Kerokoski și A. Laaksonen, „SECOND-ORDER ANALYSIS OF PRESTRESSED CONCRETE COLUMNS,” *FIB symposium proceedings*, p. 7, 2019.
- [3] A. Faur și A. Puskás, Moment plastic, moment ultim, moment capabil, Cluj-Napoca: U.T.PRESS, 2014.
- [4] R. Agent și V. Bănuț, CALCULUL STRUCTURILOR DIN BETON ARMAT CU STÎLPI ZVELȚI, București: EDITURA TEHNICĂ, 1979.
- [5] M. Nedelcu și H. Mociran, METODA ELEMENTELOR FINITE - îndrumător de laborator -, CLUJ-NAPOCA: U.T.PRESS, 2016.
- [6] Z. Kiss și T. Oneț, Proiectarea structurilor de beton după SR EN 1992-1, Ed. a 2-a, rev. ed., Cluj-Napoca: Editura Abel, 2010.



Aplicare Metodei Diferențelor Finite la plăci plane pentru analiza liniară

Autori

Victor D. POPA¹, Roland T. BARTA², Ervin BENDEL³

¹Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Cluj Napoca, victordanpopa@gmail.com

²Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Cluj Napoca, rolandbarta132@gmail.com

³Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Cluj Napoca, ervinbendel1@gmail.com

Îndrumători

Conf. Dr. Ing. Mihai NEDELCU

Șef lucr. Dr. Ing. Teodora Simona BESOIU

Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Cluj Napoca

mihai.nedelcu@mecon.utcluj.ro

Teodora.BESOIU@mecon.utcluj.ro

REZUMAT: *Lucrarea prezintă dezvoltarea unei aplicații de calcul structural a plăcilor plane orizontale sub încărcare gravitațională uniform distribuită prin intermediul Metodei Diferențelor Finite. Se alege ca necunoscută principală funcția deplasărilor verticale. Aplicația dezvoltată în MATLAB permite analiza liniară a plăcilor dreptunghiulare cu diverse condiții de discretizare și rezemare pe contur. Lucrarea prezintă un studiu de convergență care stabilește discretizarea optimă în funcție de calitatea rezultatelor și timpul de analiză. Metoda este validată prin comparație cu rezultate obținute cu ajutorul unui program de calcul structural comercial bazat pe Metoda Elementelor Finite.*

Cuvinte Cheie: Plăci plane, Metoda Diferențelor Finite, Convergență, Condiții de discretizare

1. Introducere

În numeroase cazuri de plăci plane, de real interes practic, utilizarea unei metode numerice poate oferi rezultate aproximative cu un grad ridicat de precizie. Dintre aceste metode cea mai utilizată este Metoda Elementelor Finite (MEF). O altă metodă numerică utilizată intens la calculul structurilor plane este Metoda Diferențelor Finite (MDF). Această lucrare va prezenta rezultatele obținute utilizând această ultimă metodă și va oferi o

$$f(x_0 + h) = f(x_0) + \frac{h}{1!} f'(x_0) + \frac{h^2}{2!} f''(x_0)$$

analiză legată de pasul de discretizare necesar pentru a obține rezultate relevante.

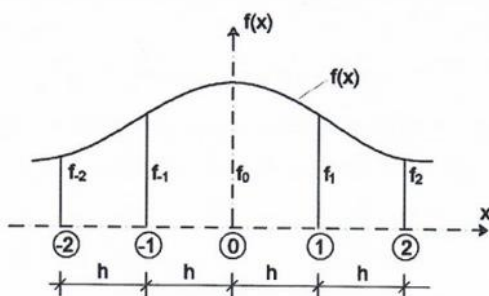


Figura 1. Graficul funcției $f(x)$

2. Aplicarea MDF la calculul plăcilor plane

Derivatele unei funcții într-un punct pot fi exprimate cu o formulă aproximativă bazată pe seria Taylor, unde doar primii trei termeni sunt luați în considerare [1].

Ecuția plăcilor plane biarmonică neomogenă ce va fi rezolvată devine [1]:

$$\nabla^4 w = \frac{\partial w^4}{\partial x^4} + 2 \frac{\partial w^4}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial w^4}{\partial y^4} = \frac{p}{D} \quad (1)$$

unde p reprezintă forțele exterioare, iar D este rigiditatea la încovoiere a plăcii și este

egală cu

$$D = \frac{E \times t^3}{12(1 - \mu^2)} \quad (2)$$

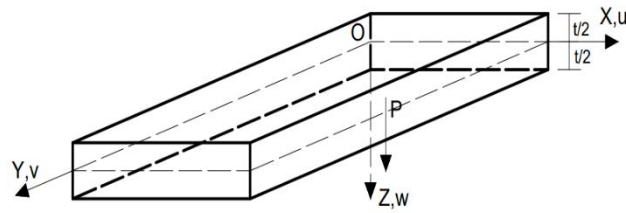


Figura 2. Placă plană, sistem de coordonate și deplasări

unde E [N/mm²] este modulul de elasticitate, t [mm] este grosimea plăcii, iar μ este coeficientul lui Poisson.

Deplasările au fost calculate în planul median al plăcii, încărcarea aleasă a fost una gravitațională, uniform distribuită.

Fie o deplasare nodală w , cu indicii m și n , reprezentând poziția punctului pe orizontală, respectiv pe verticală. Astfel ec. (1) se scrie în diferențe finitesub forma operatorul din Figura 5 vom obține [2]:

$$20 \times w_{m,n} - 8 \times (w_{m+1,n} + w_{m-1,n} + w_{m,n+1} + w_{m,n-1}) + 2 \times (w_{m+1,n+1} + w_{m-1,n-1} + w_{m+1,n-1} + w_{m-1,n+1}) + w_{m+2,n} + w_{m-2,n} + w_{m,n+2} + w_{m,n-2} = \frac{p_{m,n} \times h^4}{D} \quad (3)$$

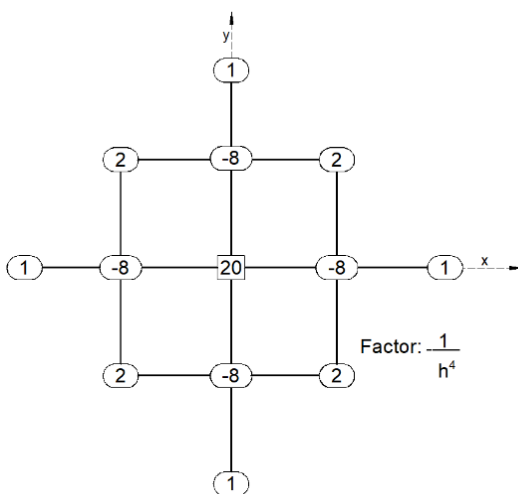


Figura 3. a)

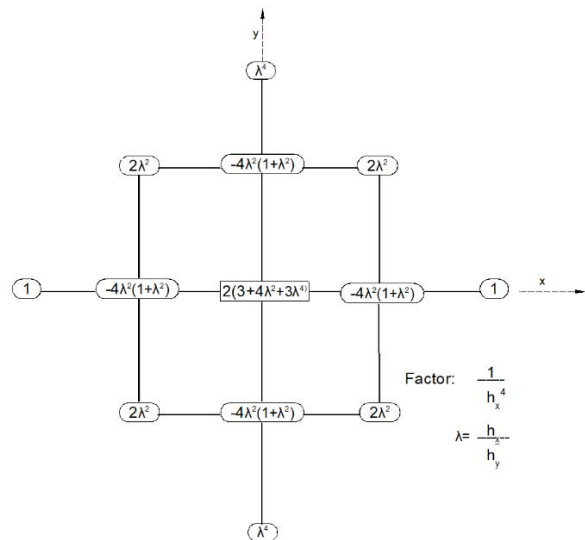


Figura 3. b)

Figura 3. a) reprezintă molecula de calcul generală pentru cazul în care pasul de discretizare, notat h_y , care este pe verticală (axa Y), nu este egal cu pasul pe orizontală (axa X), notat h_x . În cazul în care h_x este egal cu h_y molecula utilizată este cea din Figura 3. b).



Folosind acești operatori se scrie ecuația biarmonică pentru fiecare nod interior, apoi s-a introdus condițiile la limită (simplu rezemat, încastrat sau capăt liber) astfel obținând un sistem de ecuații liniare, care s-a egalat cu $\frac{p \times h^4}{D}$.

Condiții la limită [2]:

a) Latură simplu rezemată:

$$w_m = 0 \text{ și } w_{m,n-1} = -w_{m,n+1}$$

b) Latură încastrată:

$$w_m = 0 \text{ și } w_{m,n-1} = w_{m,n+1}$$

Acest operator se va fixa cu centrul pe fiecare deplasare și se va scrie ecuația ce rezultă.

Un exemplu de discretizare este dat de Figura 4.

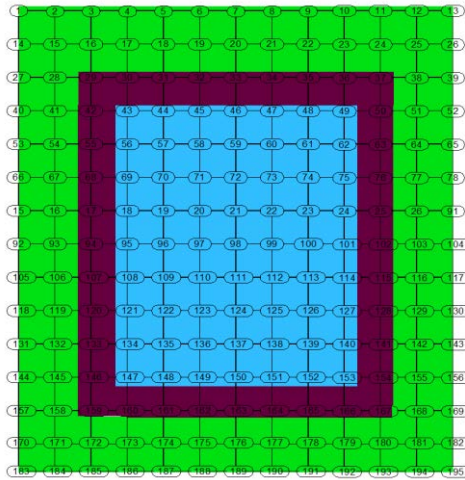


Figura 4. Discretizarea plăcii

Conturul plăcii din Figura 4. este format din punctele aferente laturilor roșii, la aceasta s-au adăugat câte două rânduri exterioare pentru fiecare latură, iar interiorul plăcii este cel aferent culorii albastre.

Această ecuație reprezintă ecuația biarmonică pentru un singur nod al rețelei. Este relativ ușor să extrapolăm asupra complexității ecuației ce va rezulta în cazul unei discretizări mai dense. Pentru a realiza aceste calcule complexe, precum și pentru a obține deplasări, eforturi și tensiuni pentru plăcile plane dreptunghiulare, am folosit mediul de programare MATLAB.

3. Prezentarea pașilor din Matlab

Ideea principală a programului nostru constă în crearea unei matrice a coeficienților care rezultă din ecuația biarmonică, notată C, fără a folosi variabile simbolice, astfel încât să obținem un program cât mai rapid și care să poată fi utilizat și în cazul unor proiecte mai mari, a cărui valori corespund coeficienților sistemului de ecuații. Pe lângă acestea, am folosit și matricea B pentru molecula de calcul, ce rezultă din aplicarea seriilor Taylor, și A pentru numerotarea punctelor.

La începutul aplicației am definit variabilele și am tratat diferite condiții de rezemare. Pentru a genera coeficienții, am multiplicat matricea B, element cu element cu o submatrice din A. Din cauza condițiilor de rezemare am împărțit pe mai multe cazuri: (1) în interior, (2) pe lângă contur, (3) în colțuri și pe contur, (4) dacă latura este liberă.

```

%going over with the multiplication in the interior
for j=2:length(Y)
    for i=2:length(X)
        % Selecting the length*lengthY matrix we're currently using
        Aselect=(i-2:i+2,j-2:j+2);
        % Summing all the elements of the matrix to obtain one equation
        Summed=Aslect.'*B;
        % Building coefficient matrix
        for k=1:5
            if(Summed(k,1)~=0)
                % We place in the matrix C, on the line corresponding to
                % the middle middle node ( with coefficient 20) all the
                % other coefficients corresponding to the other points
                % for the calculation molecule
                C((i-1)*(length(X)+1)+j-1,(i-1)*(length(X)+1)+j-1)=Summed(k,1);
            end
        end
    end
end
end

```

Figura 5. Generarea coeficienților în noduri interioare

```

23 % Multiplying matrix - general
24 B = [0 0 lambda^4 0 0;
25      0 2*(lambda^2) -4*(lambda^2)*(1+lambda^2) 2*(lambda^2) 0;
      0 2*(lambda^2) -4*(lambda^2)*(1+lambda^2)+3*(lambda^4) -4*(1+
      lambda^2) -4*(lambda^2)*(1+lambda^2) 2*(lambda^2) 0;
      0 2*(lambda^2) -4*(lambda^2)*(1+lambda^2) 2*(lambda^2) 0;
      0 0 1 0 0];
matrix extra condition a

```

Figura 6. Generarea moleculii de calcul aferente Figurii 4

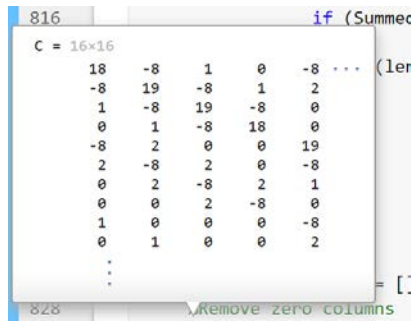


Figura 7. Matricea C, caz de discretizare
6x6

După crearea matricei C, programul generează matricea termenilor liberi T, rezolvă sistemul de ecuații folosind inversa lui C și reformează matricea de rezultate. La final calculăm momentele M_x, M_y și tensiunile σ_x, σ_y folosind valoarea deplasării din noduri, cu relațiile:

$$M_x = -D \cdot \left(\frac{d^2 w}{dx^2} + \mu \cdot \frac{d^2 w}{dy^2} \right)$$

$$M_y = -D \cdot \left(\frac{d^2 w}{dy^2} + \mu \cdot \frac{d^2 w}{dx^2} \right)$$

$$\sigma_y = -\frac{E \cdot z}{1 - \mu^2} \cdot \left(\frac{d^2 w}{dy^2} + \mu \cdot \frac{d^2 w}{dx^2} \right) \quad (6)$$

$$\sigma_x = -\frac{E \cdot z}{1 - \mu^2} \cdot \left(\frac{d^2 w}{dx^2} + \mu \cdot \frac{d^2 w}{dy^2} \right)$$

Codul conține 982 de rânduri, 96 de condiții „if” și 98 de condiții „for”, funcționează indiferent care latură este mai lungă și indiferent de pașii rețelei (h_y respectiv h_x în cazul studiat).

4. Prezentarea rezultatelor

Lucrarea analizează plăci plane cu dimensiunile de 10x20m sub încărcare gravitațională uniform distribuită prin intermediul Metodei Diferențelor Finite (folosind programul Matlab) și comparand rezultatele cu un program de analiză structurală (SCIA Engineer - folosind o discretizare de 0.5m pe ambele direcții).

Au fost studiate mai multe discretizări, acestea fiind folosite pentru a compara convergența cu rezultatele de referință. Discretizările pe care le-am folosit în aplicația Matlab au fost: 11x9; 20x10; 40x20 și 80x40, iar în programul de analiză structurală am împărțit placa în elemente de 0.5 m.

Discretizarea de 11x9 conduce la un pas de 1,81m pentru latura lungă și de 1,11 m pentru latura scurtă, cea de 20x10 conduce la o discretizare de 1m. pe ambele laturi, cea de 40x20 la o discretizare egală cu cea folosită în SCIA și anume de 0,5m, iar din discretizarea cea mai densă folosită va rezulta un pas de 0,25 m.

Pentru diagramele de moment și tensiune au fost utilizate două tipuri de rezemări : (1) toate laturile încastrate și (2) toate sunt simplu rezemate. Pentru deplasare au fost folosite cele două cazuri menționate anterior la care s-a adăugat și cazul în care o margine este liberă și celelalte 3 fixe.

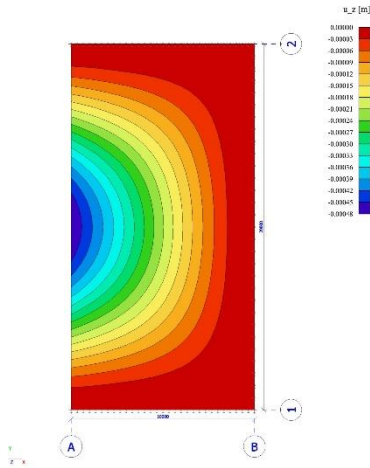


Figura 8. Deplasarea transversală (w) pentru o placă cu o latură liberă (SCIA)

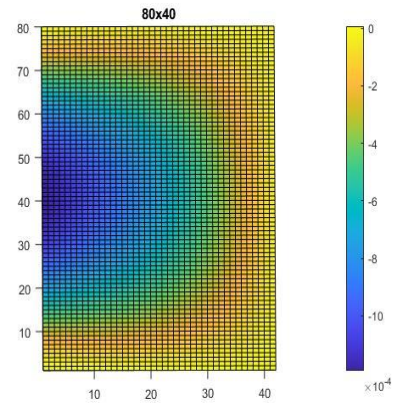


Figura 9 : Deplasarea transversală (w) pentru o placă cu o latură liberă (Matlab)

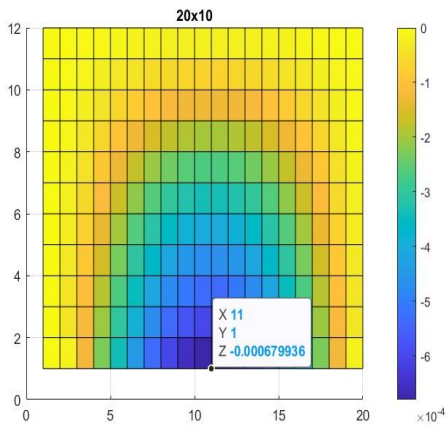


Figura 10. Deplasare transversală (w) pentru placa cu o latură liberă (Matlab)

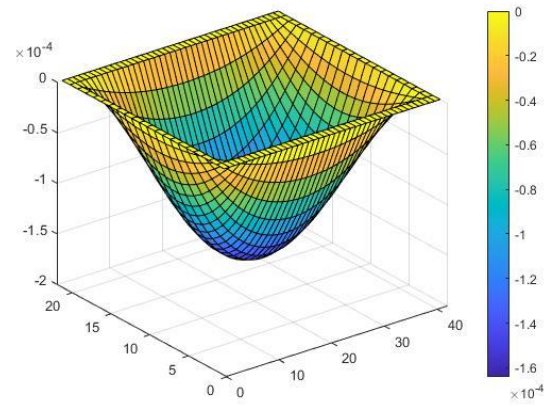


Figura 11. Forma deformată în cazul simplu rezemat (Matlab)

În cazul deplasării unei plăci fixate pe 3 laturi și cu o latură liberă, am observat că o discretizare mică (de 20x10) produce un rezultat cu o eroare semnificativă de circa 60%. Din acest motiv, a fost necesară mărirea rețelei și efectuarea unui studiu de convergență pentru a obține un rezultat similar cu cel din SCIA.

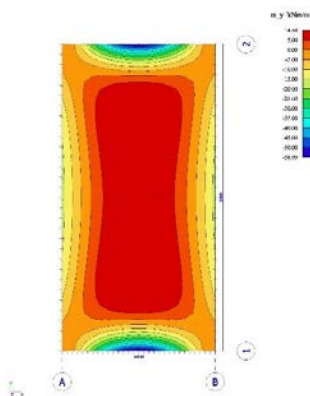


Figura 12. a): Moment X cu 4 laturi incastrate (SCIA)

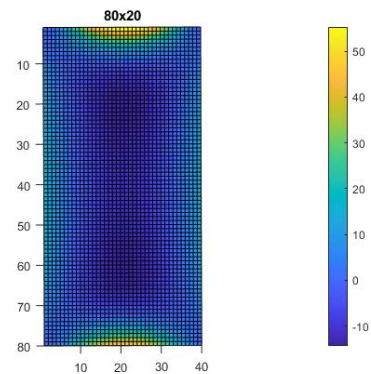


Figura 12. b): Moment X cu 4 laturi incastrate (Matlab)



Moment Y cu 4 laturi simplu rezemate MATLAB

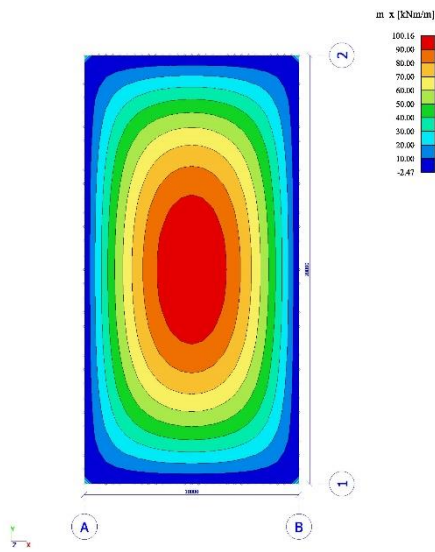


Figura 13. a)

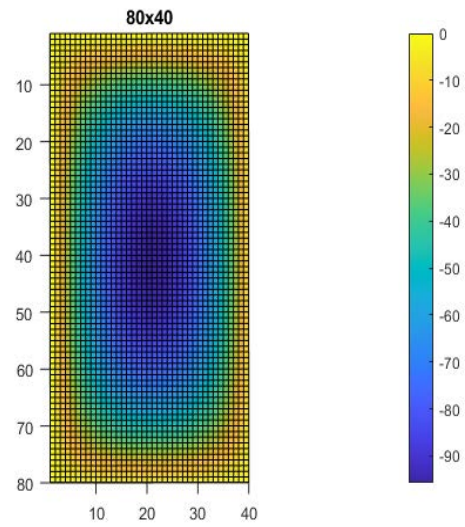


Figura 14. a)

Deplasarea transversală (w) pentru placa simplu rezemată pe contur:

- a) SCIA Engineering
- b) MATLAB

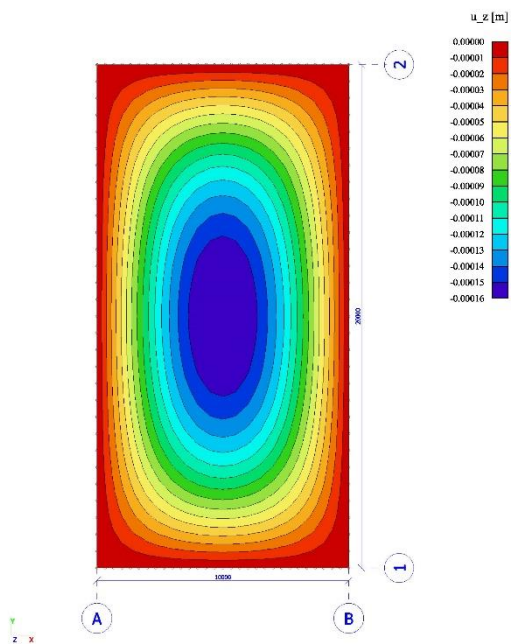


Figura 14. a)

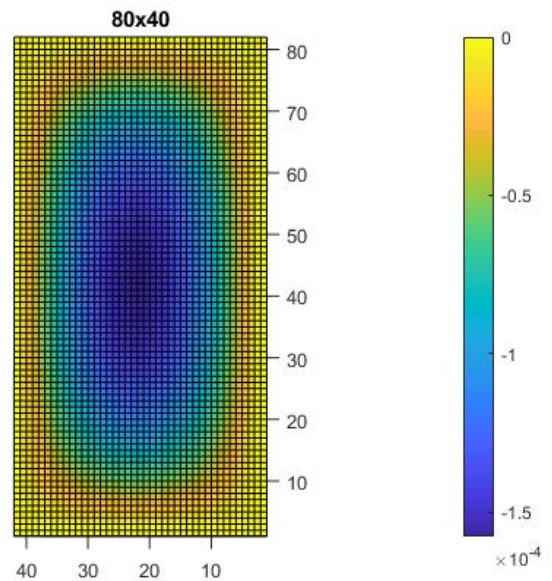


Figura 14. b)



Tensiuni σ_x pentru placa simplu rezemată pe contur:

- a) SCIA Engineering
- b) MATLAB

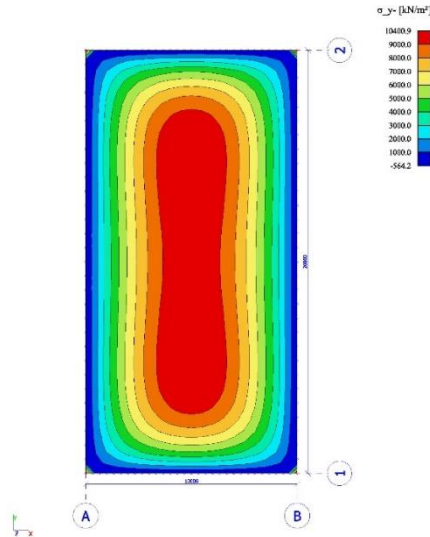


Figura 15. a)

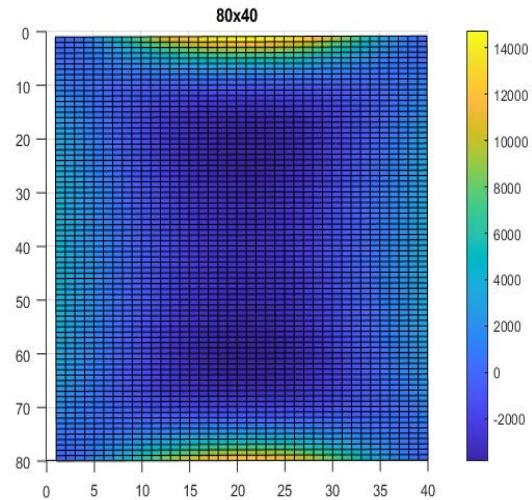


Figura 15. b)

Rezultatele au fost înregistrate în Tabelul 1, pentru două tipuri de rezemări, din care reiese diferența dintre cele două metode de analiza structurală:

Tabel 1. Rezultate de calcul

	Mărimea	Încăstrat					Simplu rezemat				
		11x9	20x10	40x20	80x40	SCIA	11x9	20x10	40x20	80x40	SCIA
Deplasare [mm]	max	0.0459	0.0439	0.0417	0.0413	0.04	0.165	0.165	0.164	0.164	0.16
Moment X [kN*m]	min	-14.64	-14.89	-14.9	-14.9	14.88	0	0	0	0	2.12
	max	45.52	53.65	56.12	56.78	56.99	37.89	37.67	38.122	38.23	39
Moment Y [kN*m]	min	-41.7	-40.04	-40.61	-40	-40.77	98.95	98.09	99.51	99.84	100.16
	max	80.73	81.18	82.49	82.77	82.88	0	0	0	0	2.47
Sigma X [N/mm ²]	max	12.13	14.31	14.96	15.139	15.196	10.103	10.045	10.166	10.197	10.4
	min	3.904	3.972	3.975	3.9755	3.9672	0	0	0	0	-0.564
Sigma Y [N/mm ²]	max	21.53	21.65	21.999	22.074	22.101	26.39	26.16	26.538	26.624	26.709
	min	11.121	10.68	10.829	10.863	10.873	0	0	0	0	-0.659

În cazul deplasărilor se poate observa că o discretizare relativ redusă va produce un rezultat acceptabil, diferențele fiind de sub 1 mm. Astfel, dacă comparăm rezultatele obținute și luăm în calcul și timpul de procesare necesar concluzia pentru deplasări, este că o discretizare de 40x20 este ideală, aceasta însemnând un pas de 0.5m.

În ceea ce privește momentele pe direcțiile de inerție principale X și Y, se poate observa o diferență mai mare în funcție de mărimea rețelei, însă și aceste diferențe nu sunt mai mari de 1-2% odată ce discretizarea este realizată cu un pas de 1 m, ceea ce ne conduce la concluzia enunțată mai sus.

În ceea ce privește tensiunile normale σ_x , σ_y , care ce au rezultat din discretizarea de 11x9 s-a observat o eroare de până la 20.5% comparativ cu rezultatele din SCIA. Chiar și discretizarea de 40x20, care a condus la rezultatele cele mai bune, dacă luăm în considerare și



timpul de procesare necesar, produce o eroare de aproximativ 2%. Din acest motiv, la aplicarea metodelor numerice este întotdeauna necesar un studiu de convergență.

5. Concluzie

Folosind Metoda Diferențelor Finite, am reușit să obținem rezultate similare cu cele dintr-un program structural (SCIA). Astfel se poate observa că, deși Metoda Elementelor Finite este cea mai răspândită și folosită, Metoda Diferențelor Finite poate oferi aceleași rezultate și nu ar trebui marginalizată în cazul plăcilor.

După analizarea datelor se poate observa că un pas de aproximativ 0.5m (cazul 40x20), care este folosit în mod curent în practică, oferă un rezultat satisfăcător. Totuși, în cazul în care este necesară o precizie mai ridicată se recomandă o rețea mai densă și efectuarea unui studiu de convergență.

Mai trebuie menționat că orice discretizare cu un pas mai mic de 0.3 m va implica o perioadă semnificativ mai lungă de analiză, astfel proiectantul trebuie să decidă asupra pasului optim, care oferă un rezultat suficient de precis și nu implică o durată de procesare prea îndelungată.

BIBLIOGRAFIE

1. C.Bia , V. Ille , M.V.Soare, Rezistența Materialelor și Teoria Elasticității, Editura Didactică și Pedagogică București, 1983;
2. Ironim Marțian , Teoria elasticității și plasticității pentru constructori, Cluj-Napoca, 1999;
3. A.M.Ioani , M.Nedelcu , Theory of Elasticity, Ed. U.T.PRESS, Cluj-Napoca, 2014;
4. A.M.Ioani, A.D.Danciu , H.A.Mociran, Ed. U.T.PRESS, Cluj-Napoca, 2011;
5. Finite Difference Solution Of Plate Bending Using Wolfram Mathematica Katarina Pisačić, Marko Horvat, Zlatko Botak-Issn 1846-6168 (Print), Issn 1848-5588 (Online)-
<https://hrcak.srce.hr/file/328655>
6. Application of Finite Difference Method to Study of the Phenomenon in the Theory of Thin Plates-Scientific Publications Of The State University Of Novi Pazar Ser. A: Appl. Math. Inform. And Mech. Vol. 2, 1 (2010), 29-43.- <http://www.dunp.np.ac.rs/wp-content/uploads/2018/11/Application-of-Finite-Difference-Method-to-Study-of-the-Phenomenon-in-the-Theory-of-Thin-Plates.pdf>



ECONOMIA CIRCULARĂ ÎN SECTORUL CONSTRUCȚIILOR

Autor/autori

Carmen ONCIOIU, Oana PREDA

¹Facultatea de Construcții, Universitatea Transilvania Brașov, carmen.oncioiu@student.unitbv.ro

²Facultatea de Construcții, Universitatea Transilvania Brașov, oana.preda@student.unitbv.ro

Îndrumător/îndrumători

Conf. dr. ing. Radu MUNTEAN²

Facultatea de Construcții, Universitatea Transilvania din Brașov, radu.m@unitbv.ro

REZUMAT: Sectorul construcțiilor este unul cheie al economiei globale, utilizând multe resurse naturale epuizabile, majoritatea fiind regenerabile în procente mici. Trecerea către o economie circulară este esențială deoarece optimizarea consumului de materiale și de resurse energetice contribuie la dezvoltarea unui sistem economic independent, mai competitiv și mai rezilient în fața crizelor economice, sociale, precum și a diverșilor factorilor de mediu. Actualul model de economie bazat pe „luați, faceți și aruncați” este nesustenabil, de aceea este necesară o schimbare de gândire spre o economie circulară, către un model economic care minimizează cantitatea de resurse naturale necesare pentru a satisface nevoile, selectează resursele în mod inteligent, minimizând utilizarea resurselor neregenerabile și a materiilor prime, favorizând utilizarea materialelor reciclabile ori de câte ori este posibil și gestionează eficient resursele utilizate, menținându-le și re folosindu-le în sistemul economic pentru cât mai mult timp. Lucrarea de fata accentuează necesitatea implementării unei economii circulare în sectorul construcțiilor și modalitățile de creare a unui sistem care să permită optimizarea utilizării resurselor și a materialelor de construcții, păstrându-le în același timp proprietățile și valorile.

Cuvinte cheie:

Economie circulară, reducere, re folosire, reciclare.

1. Introducere

Materiile prime prezente pe planetă sunt o resursă limitată și, în multe cazuri, nerecuperabile, motiv pentru care modelul actual de consum distruge multe dintre aceste resurse. De aceea, investițiile în cercetare și dezvoltare sunt necesare, în acest fel, putând fi promovate noi modele de producție bazate pe reutilizarea deșeurilor de orice tip și reintroducerea lor în lanțul valoric industrial, căutându-se noi domenii de utilizare pentru aceste resurse recuperate. În acest fel, industriile sunt încurajate să se adapteze modelului de *economie circulară*, cu beneficii sociale și economice, dar și din punct de vedere al protecției mediului [1].

Economia circulară este un model de producție și consum care implică partajarea, reutilizarea, repararea, renovarea și reciclarea materialelor și produselor existente cât mai mult posibil. În acest fel, ciclul de viață al produselor este extins [2].

În mod tradițional, modelul productiv care a susținut sistemul de creștere al societății umane s-a bazat pe utilizarea diferitelor resurse disponibile care, după transformarea lor în timpul procesului de producție și încorporarea lor ulterioară în lanțul de consum, și-au pierdut condiția de *resurse primare* pentru a deveni *deșeuri*, a căror destinație inevitabilă este groapa de gunoi. De aici și concepția unei *economii liniare* care predomină în industria productivă de astăzi. Principalele probleme care stau la baza acestui sistem liniar sunt capacitatea sporită de a asimila resurse primare, cu poluarea aferentă, acumularea de deșeuri fără utilizare, exploatarea resurselor regenerabile depășind rata de reînnoire și epuizarea resurselor neregenerabile din cauza intensității consumului lor.



Nesustenabilitatea actualului model liniar, impus ca unul dominant de dezvoltare economică, impune progrese către implementarea unui alt tip de creștere care să optimizeze nivelul de utilizare a resurselor și a materialelor disponibile, păstrându-le în același timp valoarea în sistem cât mai mult timp posibil. În acest scop, gestionarea deșeurilor joacă un rol crucial în economia circulară. Modul în care sunt gestionate deșeurile poate duce la rate mari de reciclare și la întoarcerea materialelor valoroase în economie sau, dimpotrivă, la un sistem ineficient în care majoritatea deșeurilor reciclabile ajung la gropi de gunoi sau sunt incinerate, cu efecte potențial dăunătoare asupra mediului și pierderi economice semnificative [1].

Înțelegerea faptului că deșeurile generate în timpul unui proces de producție, sau din cauza epuizării duratei de viață utilă a unui produs reprezintă o potențială resursă, este una dintre cheile fundamentale pentru inițierea procesului de tranziție. Conform celor mai recente date furnizate de Comisia Europeană privind economia circulară, evitarea deșeurilor, proiectarea ecologică, reutilizarea, precum și alte măsuri similare ar putea oferi companiilor din Uniunea Europeană economii de 8% din cifra de afaceri anuală, reducând în același timp emisiile totale anuale de gaze cu efect de seră cu 2-4% [2].

2. Economia circulară în sectorul construcțiilor

Un model economic viabil în domeniul construcțiilor ar trebui să aibă la bază următoarele:

- minimizarea cantităților de resurse naturale, inclusiv apă și energie, necesare satisfacerii nevoilor în orice moment;
- selectarea resurselor în mod inteligent, reducând la minimum consumul de resurse neregenerabile și materiile prime critice, și favorizând utilizarea de materiale reciclate ori de câte ori este posibil;
- gestionarea în mod eficient a resursele utilizate, menținerea și recircularea lor în sistemul economic cât mai mult timp posibil și reducând la minimum generarea de deșeuri.

Sectorul construcțiilor este unul dintre sectoarele cheie ale economiei mondiale, care mobilizează mai multe resurse naturale, în special neregenerabile, motiv pentru care conversia sa către o economie circulară este esențială, având în vedere că optimizarea și utilizarea redusă a resurselor va contribui la generarea unui sistem economic mai puțin dependent, mai competitiv și mai rezistent în fața crizelor economice și de mediu.

În viitorul apropiat, sectorul construcțiilor va trebui să își schimbe modelul economic actual, iar diferiții factori și procese implicate vor trebui să se adapteze.

În prezent, sectorul construcțiilor, deși are unele procese în care materialele și elementele de construcții sunt reutilizate, este în general un sector cu procese liniare (figura 1).

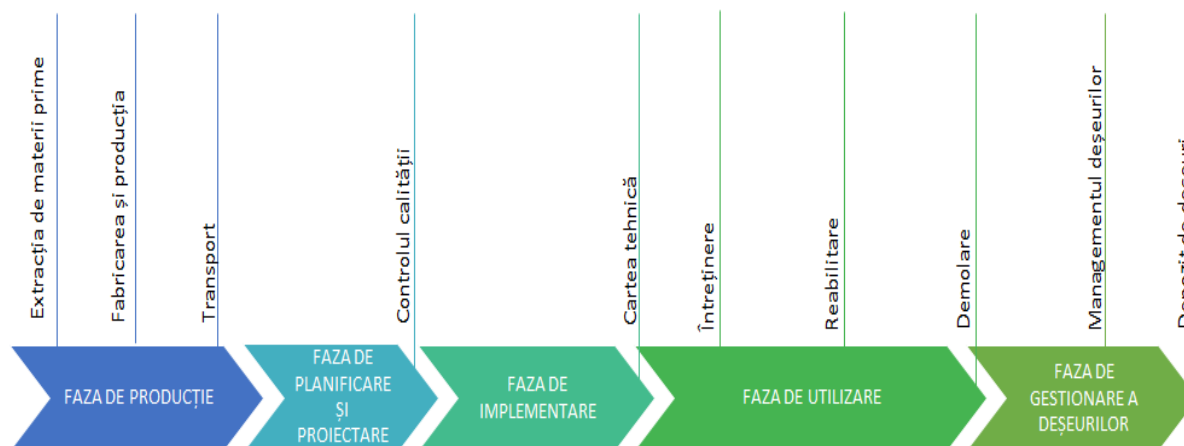


Figura 1. Procese liniare în sectorul construcțiilor [1].



Totodată, existența unei economii liniare este datorată faptului că, la sfârșitul ciclului de viață al construcției, procesul de demolare nu are ca rezultat o rată remarcabilă de recuperare a materialelor sau a componentelor, separarea deșeurilor la sursă nu există întotdeauna, iar deșeurile din construcție și demolare (CDW) ajung în mare parte în depozitele de deșuri generale.

În acest sens, se estimează că :

- doar 41% din deșeurile din construcții și demolări (CDW) sunt valorificate;
- 24% din deșeurile din construcții și demolări sunt depozitate la groapa de gunoi;
- 35% din deșuri sunt depozitate necontrolat.

Cu toate acestea, potențialul de a realiza un model circular este foarte mare. Schematic, faza de concepție și faza de planificare și proiectare a unei construcții trebuie să pregătească împreună tot ceea ce se întâmplă în faza de execuție sau implementare (figura 2). Transferul de cunoștințe și munca în comun a profesioniștilor implicați în aceste trei faze, precum și supravegherea și reglementarea din partea diferitelor instituții administrative implicate sunt esențiale.



Figura 2. Fazele economiei circulare în construcții [1].

2.1 Provocări și bariere în calea dezvoltării economiei circulare în sectorul construcțiilor

Una dintre provocările în calea dezvoltării unei economii circulare în sectorul construcțiilor este lipsa de date în multe etape ale ciclului de viață a unei construcții, cum ar fi: materialele utilizate, proporția, volumul pe care îl reprezintă, industriile sau companiile care generează subproduse, date privind producția și gestionarea deșeurilor, utilizarea de materiale refolosite sau reciclate, etc.

De asemenea, și pierderea trasabilității deșeurilor din cauza proliferării depozitelor ilegale necesită îmbunătățiri ale protocoalelor de gestionare a deșeurilor, măsuri de control și monitorizare și măsuri exemplare pentru practicile ilegale.

Necesitatea de a oferi un sistem de informații care să colecteze și să transmită în mod transparent date privind circularitatea sectorului de construcții, precum și o armonizare a colectării acestor date la nivel de regional sau chiar național, reprezintă o altă necesitate de luat în considerare.

Principiul cheie al economiei circulare poate fi considerat acela de a păstra materialele la o valoare ridicată ori de câte ori este posibil. Cu toate acestea, cercetarea în domeniu este limitată și există o întrebare fundamentală cu privire la modul în care se poate dezvolta un argument economic clar în favoarea circularității în mediul construit. Totodată, există un grad mare de incertitudine în ceea ce privește prețurile resurselor materiale în viitor, ceea ce duce



la dificultatea de a prezice valoarea potențială a materialelor la sfârșitul ciclului de viață, în special pentru produsele cu durată de viață lungă. În plus, multe produse de construcție la sfârșitul duratei de viață, la prețurile actuale, au, de asemenea, o valoare scăzută, ceea ce face ca reutilizarea lor să nu fie rentabilă.

Prin urmare, este necesară o mai bună înțelegere a aplicării principiilor economiei circulare pentru fiecare parte implicată. În timp ce modelele de afaceri alternative au fost explorate în alte sectoare, punându-se la îndoială viabilitatea acestora pentru structurile cu durată lungă de viață, acestea nu au fost cercetate și aplicate în sectorul construcțiilor.

2.2 Strategii și principii privind dezvoltarea unei economii circulare în domeniul construcțiilor și implementarea unei proiectări ecologice

Pentru un consum responsabil și sustenabil de resurse materiale în construcții, mai multe strategii și modele de control și optimizare a proceselor tehnologice pot fi adoptate:

- **strategia pasivă** (prevenția) se referă la reducerea consumului de resurse și a generării de deșeuri, rezultând astfel scăderea impactului asupra mediului;
- **strategia activă** (controlul) constă în planificarea proceselor, monitorizarea cauzelor și efectelor și controlarea impacturilor;
- **strategia proactivă** (optimizarea) presupune introducerea de îmbunătățiri și minimizarea efectelor negative;
- **maximizarea rezultatelor** presupune ca, prin aplicarea soluțiilor propuse pentru a reduce impactul asupra mediului, nevoile prezente să poată fi satisfăcute fără a compromite viitorul;
- **minimizarea impacturilor negative** pentru o protecție a mediului sporită, dar și pentru obținerea de avantaje economice și sociale;
- **alegerea materialului** este un aspect foarte important deoarece trebuie să se țină cont de reducerea cantității de materiale, apă sau energie și de creșterea calității resurselor; aceste resurse ar trebui să fie abundente, regenerabile, reciclate și/sau reciclabile;
- **optimizarea proceselor** se poate realiza prin utilizarea rațională a resurselor (materiale, apă, energie etc.), îndepărtarea selectivă a deșeurilor, reutilizarea și valorificarea materialelor, până la minimizarea transportului;
- **demolarea** presupune identificarea deșeurilor, previziuni spațiale și temporare cu privire la acțiunile viitoare, modificarea procedurilor la fața locului, costuri de gestionare și eliminare a deșeurilor și amplasarea facilităților.

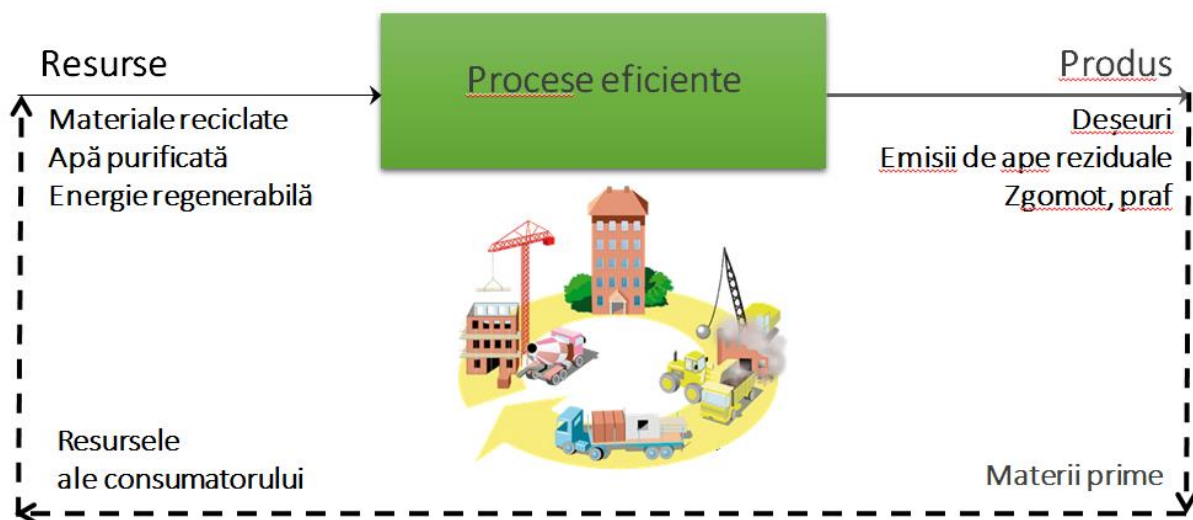


Figura 3. Sugestii pentru un consum durabil de resurse materiale în construcții.



Printr-o economie circulară bună se înțelege și reducerea impactului pe care diverse materiale de construcții le au asupra mediului. Acestea pot avea diferite grade de impact și consum energetic în funcție de utilizarea acestora, de la producerea lor până la reciclare.

De exemplu, cărămida, ca material ceramic, afectează mediul prin prisma modalității de producere, și anume prin arderea combustibililor fosili și degajarea de cantități mari de dioxid de carbon. De asemenea, aluminiul poate genera consecințe pe termen lung în cazul lipsei reciclării corespunzătoare a acestuia. În comparație, lemnul și piatra sunt materiale naturale cu un impact minim asupra mediului. O vedere de ansamblu asupra impactului pe care diferite materiale de construcții îl au asupra mediului, este prezentată în tabelul 1.

Tabelul 1. Impactul principalelor materiale de construcții asupra mediului.

Material	Efect de seră	Acidificare	Poluare atmosferică	Stratul de ozon	Metale ușoare	Energie	Deșeuri solide
Ceramice	+	+	+++	++	+	++	+++
Piatră	+	+	+	+	+	+	+++
Oțel	++	++	+++	+	+	++	+
Aluminiu	+++	+++	++	+	+	+++	+
PVC	++	++	+++	+	+	++	++
Polistiren	++	+++	+++	++	++	+++	++
Poliuretan	+++	++	+++	+++	+++	++	+
Lemn	+	+	+	+	+	+	+

+ impact mic; ++ impact mediu; +++ impact ridicat (conform programului de analiză a ciclului de viață Simapró [3])

2.3 Modalități eficiente pentru o deconstrucție activă

Deconstrucția activă este o procedură ce cuprinde un set precis de procese și aplicații care vizează recuperarea, clasificarea și reutilizarea materialelor și a spațiilor de construcție, fiind, așadar, o componentă a economiei circulare în domeniul construcțiilor. Aceasta este un proces care cuprinde următoarele sub-procese: decontaminare, demontarea selectivă a părților din clădire care pot fi reutilizate, demolarea structurii și a părților de clădire, recuperarea la fața locului a deșeurilor de construcție și reciclarea deșeurilor din construcții (CDW). Este nevoie de a se realiza un proiect de demolare adecvat, în care să fie identificate deșeurile periculoase și să se asigure gestionarea corectă a acestora.

Deșeurile din construcții și demolări (CDW) reprezintă o prioritate pentru multe politici la nivel global [4,5]. Acest lucru se datorează volumului mare de deșeuri care se produc în activitatea de construcții și gestionării neadecvate a acestora. Această situație conduce la efecte grave asupra mediului, care sunt asociate în principal cu procesele de fabricare a noilor materiale de construcție, din cauza ratelor scăzute de recuperare a produselor. În acest context, conceptul de economie circulară reprezintă o soluție potențială în sectorul construcțiilor, deoarece implică o utilizare mai eficientă a resurselor și a energiei, ceea ce duce la minimizarea deșeurilor și la reducerea impactului ciclurilor de produse asupra mediului. În plus, acesta reprezintă potențiale oportunități economice [6].

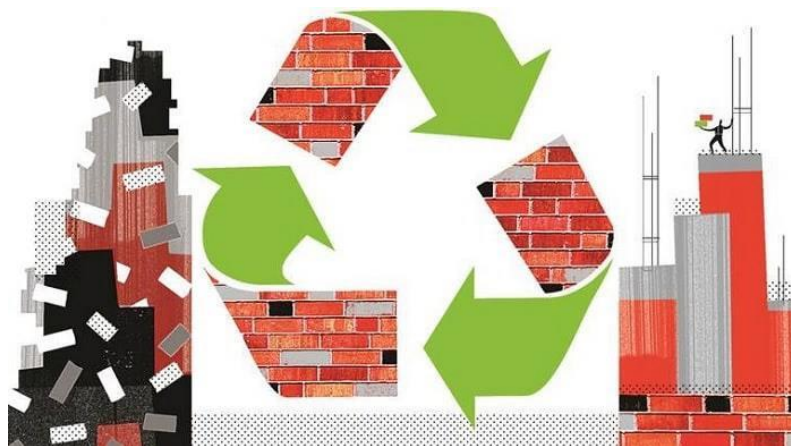


Figura 4. Deconstrucția activă.

3. Concluzii

Sectorul construcțiilor este în prezent destul de departe de a avea un model bazat pe economia circulară, fapt ce accentuează obiectivul principal și anume: creșterea gradului de conștientizare cu privire la limitele modelului actual de economie liniară și nevoia de a trece la o economie circulară. De asemenea o abordare corectă și integrarea punctelor de vedere în planificarea acțiunilor locale este cheia pentru îndeplinirea obiectivelor ambițioase ale UE privind circularitatea.

Ca urmare, printre obiectivele pe termen scurt se numără:

- conștientizarea populației cu privire la economia circulară în sectorul construcțiilor,
- reducerea producerii de deșuri provenite din materiale de construcție,
- reducerea deșurilor prin reîncorporarea acestora în lanțul valoric,
- furnizarea informațiilor despre posibilitatea reevaluării fiecărui element de construcție,
- utilizarea tehnicilor sau metodelor de reutilizare a materialelor de construcție etc.

Tranziția la economia circulară nu este doar o necesitate. Aceasta reprezintă o oportunitate de a oferi soluții și produse care să răspundă nevoilor generațiilor actuale și viitoare legate de performanță și sustenabilitate și de a proteja viitorul planetei noastre.

Studiul prezentat este doar o mică parte din proiectului CircularBIM [1], la care Facultatea de Construcții din cadrul Universității Transilvania din Brașov este partener, proiect cofinanțat prin programul Erasmus+ al Uniunii Europene. Ca urmare, lucrarea are și un caracter educativ, putând fi folosită ca model în procesele de predare-învățare în instituții de învățământ superior sau școli profesionale.

BIBLIOGRAFIE

1. CircularBIM - Educational platform focused on advanced strategies of reinstatement of building materials in the industrial value chain to promote the transition to the circular economy through the use of BIM learning technologies - 2019-1-ES01-KA203-065962, circularbim.eu/.
2. Economia circulară: definiție, importanță și beneficii. <https://www.europarl.europa.eu/news/ro/headlines/economy/20151201STO05603/economia-circulara-definitie-importanta-si-beneficii>.
3. SimaPro user manual, <https://simapro.com/>.
4. Bonviu F., The European economy: From a linear to a circular economy. *Romanian J. Eur. Aff.*, 14, 78 (2014).
5. Ruiz L. A. L., Ramón X. R., Domingo S. G. *The circular economy in the construction and demolition waste sector—a review and an integrative model approach*. *Journal of Cleaner Production*, 248, 119238 (2020).
6. Construction and demolition waste management protocol in the EU, https://ec.europa.eu/growth/news/eu-construction-and-demolition-waste-protocol-2018-09-18_en.



Comparație între metoda analitică și numerică pentru o grindă-perete

Autor/autori

CARMEN D. PAUL¹, DENISA BIANCA P.A. MORAR², NÓRA A. ISTVÁN³

¹Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Cluj Napoca, paulcarmen45@yahoo.com

²Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Cluj Napoca, morardenisa1@yahoo.com

³Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Cluj Napoca, istvannora552@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: Starea de solicitare dintr-o grindă perete este analizată în domeniul elastic și liniar geometric în ipoteza stării de tensiune plană. Se alege ca necunoscute principale tensiunile și pentru aflarea acestora se utilizează funcția lui Airy exprimată prin serii trigonometrice care va fi introdusă în programul de calcul Matlab, ulterior rezultatele fiind interpretate prin intermediul graficelor. În paralel grinda-perete este modelată în programul de calcul Autodesk Robot bazat pe Metoda Elementelor Finite. Comparația între cele două metode oferă informații detaliate asupra limitelor de aplicare a metodei analitice și a gradului de aproximare a metodei numerice în funcție de parametrii de modelare.

Cuvinte cheie:

Grindă-perete, serii trigonometrice, Metoda Elementelor Finite, tensiuni

1. Introducere

Grinda-perete este un element de rezistență, care preia încărcările verticale în planul suprafeței mediane sau într-un plan paralel cu acesta. Are înălțimea (H) și deschiderea (L) mare în raport cu grosimea (t), raportul între înălțime și deschidere este $H/L > 1/5$, rezultând astfel că nu se aplică ipoteza lui Bernoulli și relația lui Navier. În cazul pereților buncărelor și ai silozurilor, al plăcilor plane sau curbe acționate în suprafață mediană, al diaframelor monolite sau prefabricate (panouri mari), distribuția tensiunilor normale (σ) din secțiunea transversală se abate de la legea variației liniară, tensiunile normale longitudinale fiind determinate prin metodele Teoriei elasticității. Grinda-perete poate să aibă una sau mai multe deschideri, iar în funcție de înălțimea acesteia, putem face următoarea clasificare: grindă-perete infinită ($H \rightarrow \infty$, H depășește zona activă), semi-infinită ($H \gg L$, încărcarea se pune la înălțimea $y=0$), finită. Grinda-perete, încărcată în planul ei (diafragme), are secțiune dreptunghiulară și lucrează la încovoiere în acest plan.



2. Metoda analitică- Matlab

Pentru a determina tensiunile, într-o grindă-perete, se utilizează soluții în serii trigonometrice ale funcției tensiunilor $F(x,y)$. Pentru aceasta se face dezvoltarea în serii trigonometrice a încărcărilor de forma:

$$p(x) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} (a_n \cos \alpha_n x + b_n \sin \alpha_n x); \quad a_n = \frac{\pi}{l} \quad (1)$$

unde a_0, a_n, b_n sunt coeficienții dezvoltării care se determină cu relațiile:

$$a_0 = \frac{1}{l} \int_{-l}^{+l} p(x) dx; \quad a_n = \frac{1}{l} \int_{-l}^{+l} p(x) \cos \alpha_n x dx; \quad b_n = \frac{1}{l} \int_{-l}^{+l} p(x) \sin \alpha_n x dx; \quad (2)$$

Se considera funcția lui Airy reprezentată sub forma:

$$F(x, y) = \sum_{n=1}^{\infty} X_n(x) Y_n(y) \quad (3)$$

unde $X_n(x)$ și $Y_n(y)$ sunt funcții care se determină astfel încât $F(x,y)$ să fie biarmonică. Datorită Funcției $X_n(x)$, este periodică după axa Ox :

$$X_n(x) = \sin \alpha_n x, \quad X_n(x) = \cos \alpha_n x \quad (4)$$

Funcția $Y_n(y)$ se deduce din ecuația de biarmonicitate:

$$\nabla^4 F(x, y) = 0 \quad (5)$$

iar derivatele parțiale de ordinul patru ale funcțiilor tensiunilor $F(x,y)$ sunt:

$$\frac{\partial^4 F}{\partial x^4} = \sum_{n=1}^{\infty} \alpha_n^4 Y_n(y) \sin \alpha_n x;$$

$$\frac{\partial^4 F}{\partial y^4} = \sum_{n=1}^{\infty} Y_n^{IV}(y) \sin \alpha_n x; \quad (6)$$

$$\frac{\partial^4 F}{\partial x^2 \partial y^2} = - \sum_{n=1}^{\infty} \alpha_n^2 Y_n^{II}(y) \sin \alpha_n x;$$

care, după înlocuire determină relația

$$\sum_{n=1}^{\infty} [Y_n^{IV}(y) - 2\alpha_n^2 Y_n^{II}(y) + \alpha_n^4 Y_n(y)] = 0 \quad (7)$$

care reprezintă o serie trigonometrică cu coeficienți variabili.

Rezolvând ecuația (7) rezultă soluțiile:

$$Y_n(y) = A_n e^{\alpha_n y} + B_n y e^{\alpha_n y} + C_n e^{-\alpha_n y} + D_n y e^{-\alpha_n y} \quad (8)$$

$$Y_n(y) = C_{1n} \cosh \alpha_n y + C_{2n} \sinh \alpha_n y + C_{3n} \cosh \alpha_n y + C_{4n} \sinh \alpha_n y$$



Iar expresia analitică a funcției tensiunilor devine:

$$F(x, y) = \sum_{n=1}^{\infty} (A_n e^{\alpha_n y} + B_n y e^{\alpha_n y} + C_n e^{-\alpha_n y} + D_n y e^{-\alpha_n y}) \sin \alpha_n x \quad (9)$$

$$F(x, y) = \sum_{n=1}^{\infty} (C_{1n} \cosh \alpha_n y + C_{2n} \cosh \alpha_n y + C_{3n} \sinh \alpha_n y + C_{4n} \sinh \alpha_n y) \sin \alpha_n x .$$

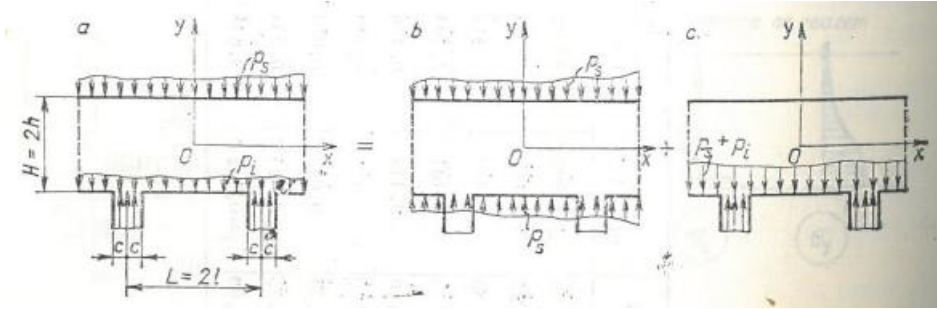


Figura 1. Schema statică a grinzii-perete

Particularizând pentru grinda-perete acționată de o încărcare uniform distribuită la partea inferioară, coeficienții dezvoltării sunt:

$$a_n = p_n = \frac{2pl}{\pi c} \frac{(-1)^{n+1}}{n} \sin \frac{n\pi c}{l}, \quad a_0 = 0, \quad \text{încărcarea la partea superioară } p(x)=0, \quad a_n = 0;$$

$$b_n = 0, \quad \text{pentru } p(x) \text{ ca funcție pară datorită simetriei.}$$

Tensiunile se calculează cu relațiile

$$\sigma_x = \frac{\partial^4 F}{\partial y^4}; \quad \sigma_y = \frac{\partial^4 F}{\partial x^4}; \quad \tau_{xy} = -\frac{\partial^4 F}{\partial x^2 \partial y^2}; \quad (10)$$

din care rezultă expresia tensiunilor:

$$\sigma_x = \frac{p}{\pi c} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^{n+1}}{n} \left[\frac{f_1(\alpha_n y)}{g_1(\alpha_n y)} - \frac{f_2(\alpha_n y)}{g_2(\alpha_n y)} \right] \sin n\pi \varepsilon \cos \alpha_n x$$

$$\sigma_y = \frac{p}{\pi c} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^{n+1}}{n} \left[\frac{f_3(\alpha_n y)}{g_1(\alpha_n h)} - \frac{f_4(\alpha_n y)}{g_2(\alpha_n h)} \right] \sin n\pi \varepsilon \cos \alpha_n x \quad (11)$$

$$\tau_{xy} = \frac{p}{\pi c} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^{n+1}}{n} \left[\frac{f_5(\alpha_n y)}{g_1(\alpha_n h)} - \frac{f_6(\alpha_n y)}{g_2(\alpha_n h)} \right] \sin n\pi \varepsilon \sin \alpha_n x$$

în care funcțiile introduse au forma:

$$f_1(\alpha_n y) = \frac{\alpha_n h}{\sinh \alpha_n h} [(1 - \alpha_n h \coth \alpha_n h) \cosh \alpha_n y + \alpha_n y \sinh \alpha_n y]$$

$$f_2(\alpha_n y) = \frac{\alpha_n h}{\cosh \alpha_n h} [(1 - \alpha_n h \tanh \alpha_n h) \sinh \alpha_n y + \alpha_n y \cosh \alpha_n y]$$

$$f_3(\alpha_n y) = \frac{\alpha_n h}{\sinh \alpha_n h} [(1 + \alpha_n h \coth \alpha_n h) \cosh \alpha_n y - \alpha_n y \sinh \alpha_n y] \quad (12)$$



$$f_4(\alpha_n y) = \frac{\alpha_n h}{\cosh \alpha_n h} [(1 + \alpha_n h \tanh \alpha_n h) \sinh \alpha_n y + \alpha_n y \cosh \alpha_n y]$$

$$f_5(\alpha_n y) = \frac{\alpha_n h}{\sinh \alpha_n h} (\alpha_n h \coth \alpha_n h \sinh \alpha_n y - \alpha_n y \cosh \alpha_n y)$$

$$f_6(\alpha_n y) = \frac{\alpha_n h}{\cosh \alpha_n h} (\alpha_n h \tanh \alpha_n h \cosh \alpha_n y - \alpha_n y \sinh \alpha_n y)$$

$$g_1(\alpha_n h) = \alpha_n h \left(\frac{\alpha_n h}{\sinh^2 \alpha_n h} + \cosh \alpha_n h \right) = f_3(\alpha_n h)$$

$$g_2(\alpha_n h) = \alpha_n h \left(\tanh \alpha_n h - \frac{\alpha_n h}{\cosh^2 \alpha_n h} \right) = f_4(\alpha_n h)$$

unde $\varepsilon = \frac{c}{l}$.

Toate aceste relații au fost introduse în programul Matlab:

Pentru a obține variația tensiunilor pe suprafața grinzii-perete, se analizează rezultatele parcurgând dimensiunile elementului. Fiind centrul sistemului de coordonate se consideră la mijlocul grinzii-perete, astfel încât se parcurg două intervale pe direcțiile x și y, adică (-1, 1) și (-h, h). Se folosesc trei matrici, a căror elemente vor fi tensiunile rezultate din fiecare coordonată. Pentru a construi matricele, i se atribuie formă inițială de matrice nulă, iar pentru fiecare element se calculează suma din formulele (11). Deoarece indicii unei matrice, în Matlab, trebuie să fie pozitiv, se folosesc variabilele “i” și “j”, care indică poziția tensiunii pe suprafața grinzii-perete. La finalul ciclului “for”, matricile se înmulțesc cu expresia din față sumei.

3. Metoda numerică - Autodesk Robot Structural Analysis

Programul Autodesk Robot este un program de modelare structurală. Prin intermediul acestuia se pot determina tensiunile, eforturile și deformațiile unui element în orice punct dorit.

În programul de calcul structural Robot, care are la bază Metoda Elementelor Finite s-a introdus o grindă-perete cu următoarele caracteristici geometrice și de material:

-Deschidere: L=2 m

-Înălțime: H=1 m

-Grosime: 1 metru

- Beton C20/25

Încărcare:

- p=10 kN/m

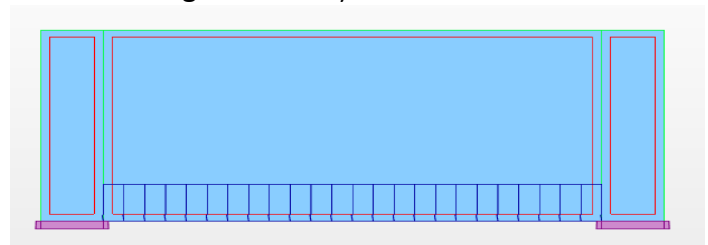


Figura 2. Modelarea grinzii-perete in Robot

Pentru a obține rezultate cât mai bune, s-a ales discretizarea de 0,25 m.



4. Compararea rezultatelor analitice și numerice

În figura 3 sunt prezentate rezultatele analitice din Matlab privind tensiunile normale σ_x și σ_y și tangențiale τ_{xy} .

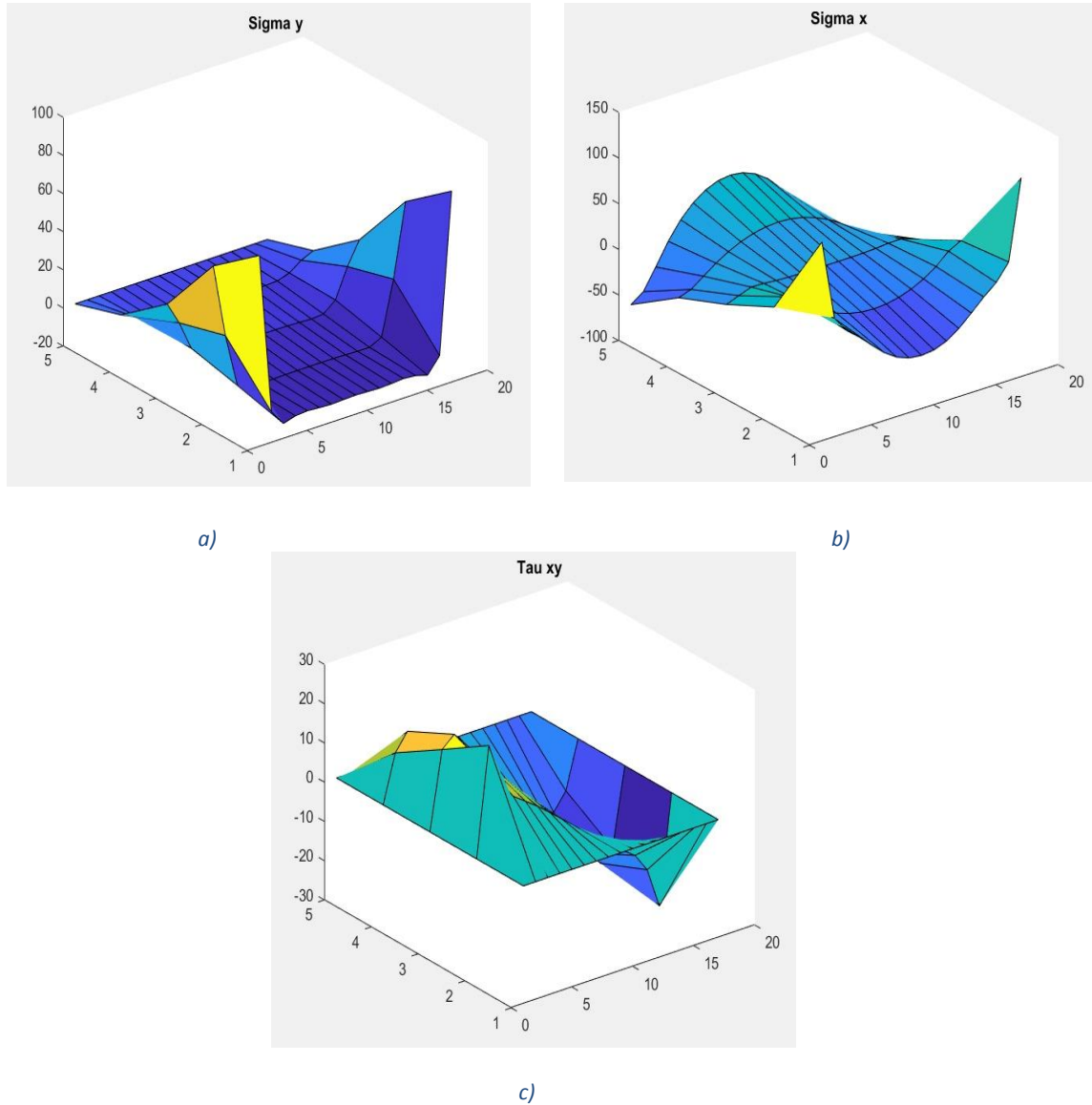
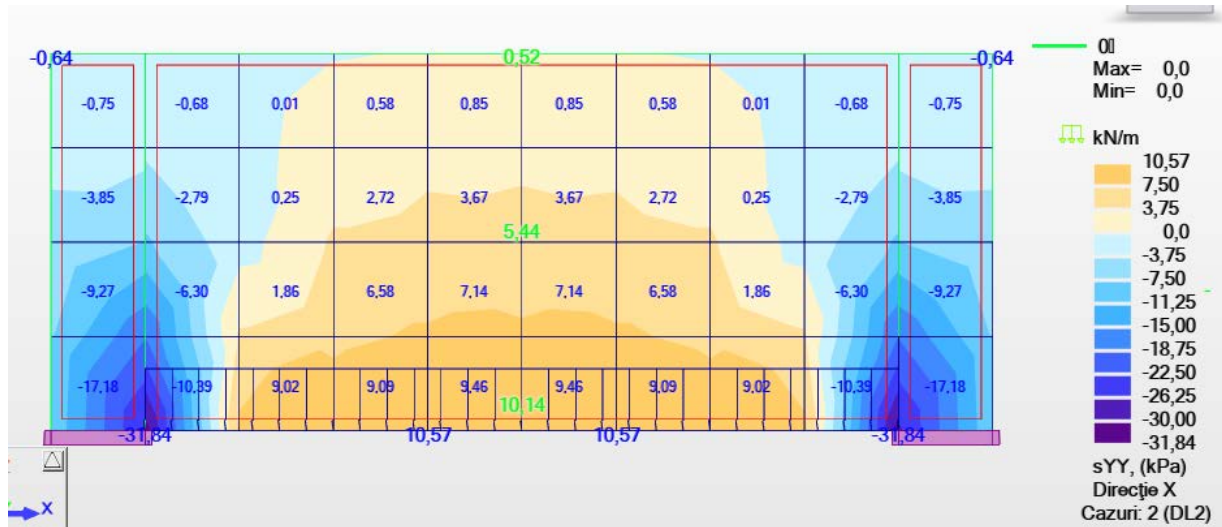


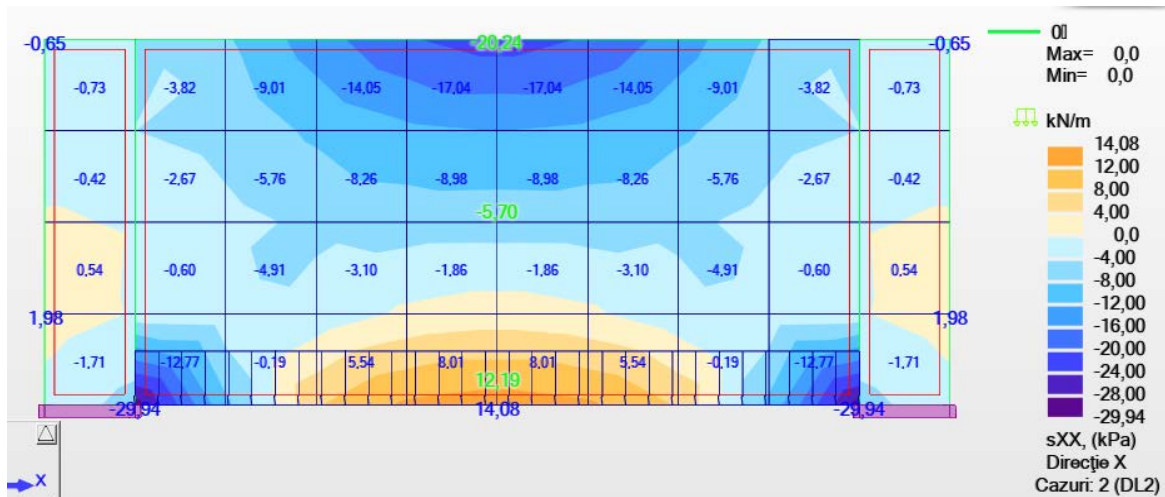
Figura 3. Rezultatele analitice (Matlab) a) σ_x ; b) σ_y ; c) τ_{xy} .



Discretizare 0,25 m.



a) σ_x



b) σ_y

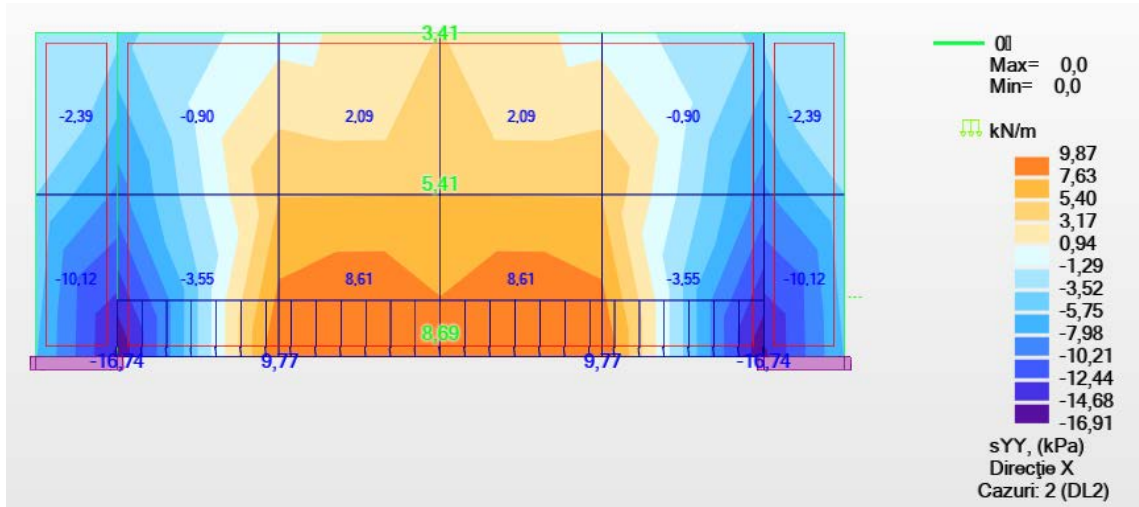


c) τ_{xy}

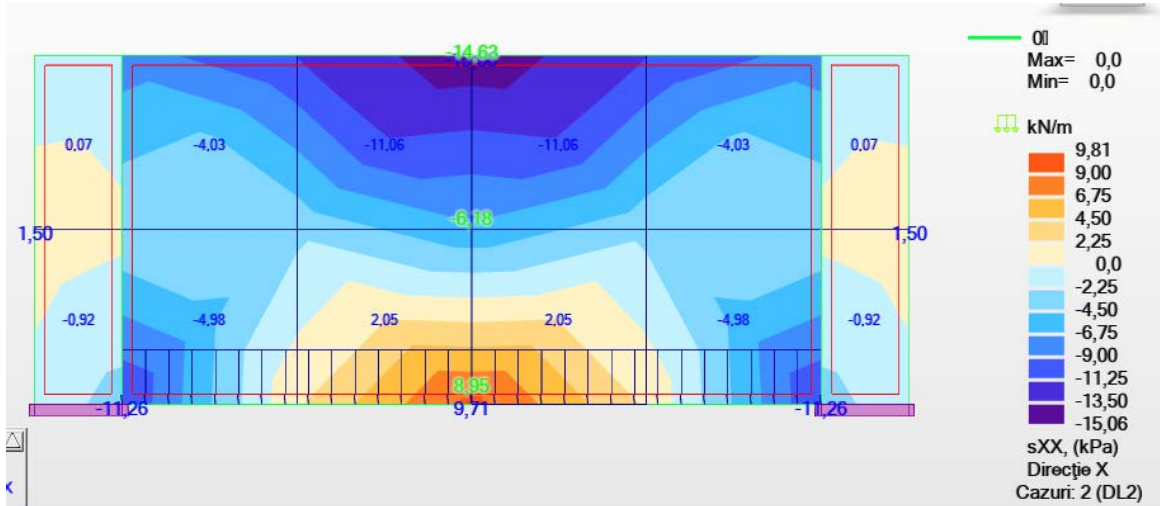
Figura 4. Rezultate numerice (Robot) pentru marimea Elementului Finit de 0.25 m



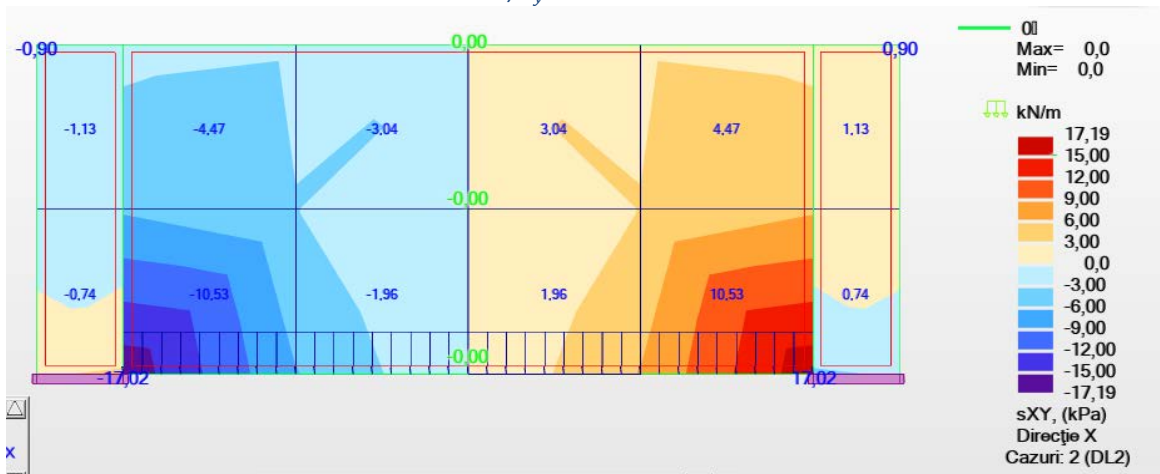
Discretizare 0,50 m



a) σ_x



b) σ_y



c) τ_{xy}

Figura 5. Rezultatele numerice (Robot) pentru marimea Elementului Finit de 0.5 m



5. CONCLUZIE

În această lucrare s-a analizat o grindă-perete atât analitic (Matlab) cât și numeric (Robot) și s-au comparat valorile tensiunilor normale σ_x și σ_y și a tensiunilor tangențiale τ_{xy} . S-a observat că rezultatele obținute numeric sunt foarte apropiate de cele analitice.

Programul scris în Matlab oferă libertatea de a introduce orice variație de încărcare pe grinda-perete, cu ajutorul unei funcții.

Ambele metode oferă o precizie bună a rezultatelor dorite. În timp ce modelarea în Robot este mai rapidă pentru o grindă-perete, implicit modul de a obține rezultatele este mai rapid, redactarea codului în Matlab necesită un timp mai îndelungat, mai multă atenție la scrierea formulelor. Avantajul metodei numerice este dat de faptul că se pot schimba datele de intrare referitoare la caracteristicile grinzii-perete. Din punct de vedere al asemănării, discretizarea cu 0.25 m în Robot era cel mai aproape de rezultatele obținute în Matlab.

BIBLIOGRAFIE

1. C.Bia, V. Ilie, M.V.Soare, Rezistența Materialelor și Teoria Elasticității, Editura Didactică și Pedagogică București, 1983;
2. Ironim Marțian, Teoria elasticității și plasticității pentru constructori, Cluj-Napoca, 1999;
3. A.M.Ioani, M.Nedelcu, Theory of Elasticity, Ed. U.T.PRESS, Cluj-Napoca, 2014;



Rezultatele analizei modale în corelație cu setările și simplificările din modelul de calcul

Autor

B.D. VASILESCU, N. TUDOR, A.F. STOIAN

¹Facultatea de Construcții, Universitatea "Ovidius" din Constanța, , [e-mail:bogdan.vasilescu@365.univ-ovidius.ro](mailto:bogdan.vasilescu@365.univ-ovidius.ro).

Îndrumător

Șef.Lucr.Dr.Ing. M. POPA

¹Facultatea de Construcții, Universitatea "Ovidius" din Constanța, , [e-mail:mirela.popa@365.univ-ovidius.ro](mailto:mirela.popa@365.univ-ovidius.ro).

REZUMAT: Efectul unor acțiuni dinamice asupra structurilor, precum impactul generat de o explozie sau o acțiune seismică, este dependent în foarte mare măsură de caracteristicile dinamice ale structurii. Perioada proprie, respectiv modurile proprii de vibrație, se pot determina relativ ușor cu diverse programe de calcul, dar setările, schematizările și eventualele omisiuni din etapa de modelare a structurii pot modifica rezultatele. Acuratețea analizei modale este importantă deoarece principala modalitate de determinare a răspunsului la solicitări dinamice, pentru domeniul liniar, este suprapunerea modală. În prima parte a acestei lucrări se va evidenția importanța cunoașterii caracteristicilor dinamice folosind rezultate experimentale pentru un sistem cu 1 GLD. În partea a doua se va studia măsura în care acestea se modifică în funcție de anumite aspecte ale modelării care afectează rigiditatea structurii, dar și în funcție de modificarea încărcărilor. Rezultatele experimentale ilustrate grafic sunt obținute cu dispozitivul Quanser Shake Table II. Pentru modelarea structurii în acest studiu s-a folosit programul SCIA Engineer.

Cuvinte cheie

Analiză modală, moduri proprii de vibrație, factori de participare modală, caracteristici dinamice

1. Introducere - Caracteristici dinamice ale structurilor

Cel mai simplu și intuitiv mod de exprimare a efectelor diferitelor acțiuni din domeniul construcțiilor îl reprezintă deplasările unor secțiuni sub formă de translații și rotații, ceea ce este exprimat în mod obișnuit prin relația (1):

$$P = k \cdot u \tag{1}$$

unde P = forțe exterioare; k = rigiditatea sistemului și u = deplasările;

Răspunsul sub forma deplasărilor este controlat de rigiditatea sistemului și evident de mărimea forței.

În cazul acțiunilor variabile în timp într-un ritm suficient de rapid încât să genereze oscilații ale structurii, răspunsul nu este controlat de aceiași parametri. Vom ilustra acest lucru prin reprezentarea grafică a unor experimente pentru sisteme cu un grad de libertate dinamică (GLD) solicitate de acțiuni armonice indirecte pentru care se definesc amplitudinea deplasării și frecvența. Rezultatele sunt exprimate ca accelerații. Structurile se pot aproxima ca sisteme cu 1 GLD dacă se poate considera că întreaga masă este concentrată punctual sau că execută o



mișcare de vibrație ce conduce la o configurație a sistemului ce poate fi descrisă printr-un singur parametru.

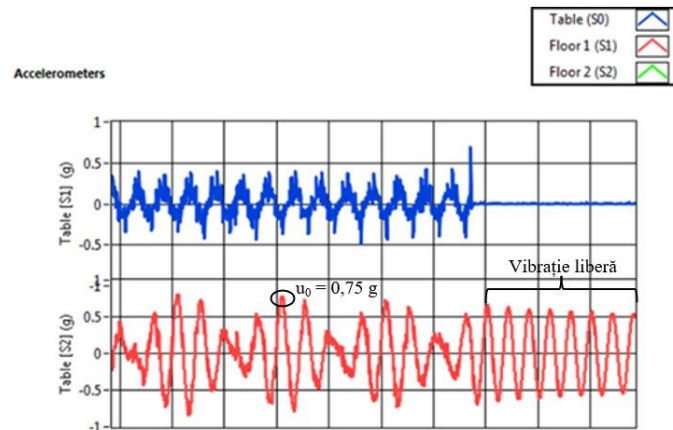


Figura 1. Răspunsul unui sistem cu un GLD la o acțiune periodică armonică cu amplitudine de 1 cm și frecvență de 2 Hz

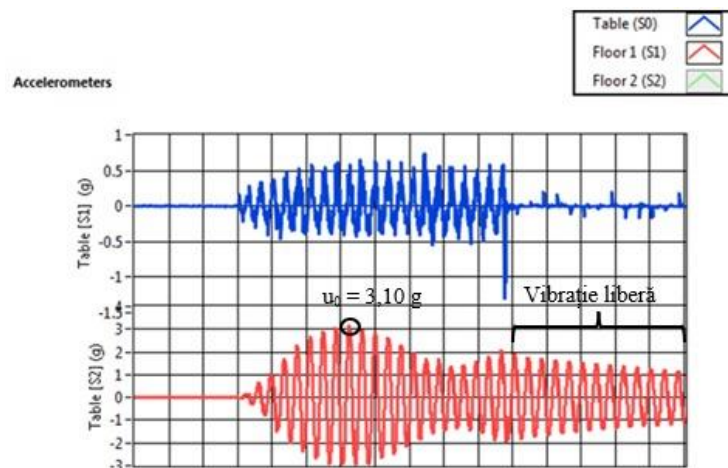


Figura 2. Răspunsul unui sistem cu un GLD la o acțiune periodică armonică cu amplitudine de 1 cm și frecvență de 2,7 Hz

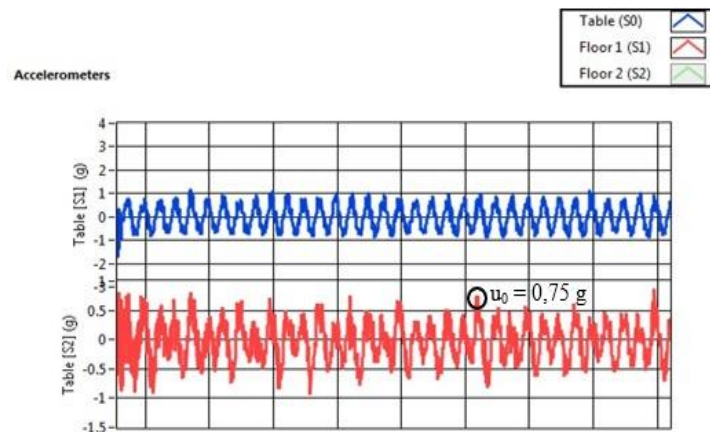


Figura 3. Răspunsul unui sistem cu un GLD la o acțiune periodică armonică cu amplitudine de 1 cm și frecvență de 4 Hz

În exemplele ilustrate am considerat acțiuni indirecte care diferă doar prin periodicitatea acțiunii, amplitudinea deplasării aplicate bazei fiind constantă. Răspunsul mult mai energetic obținut pentru frecvența de 2.7 Hz (vezi Figura 2) se explică prin faptul că acțiunea are perioada destul de apropiată de perioada proprie a sistemului oscilant, ceea ce se poate proba ușor prin analiza fazei de vibrație liberă. Faza de vibrație liberă (vezi Figura 1 și Figura 2), permite determinarea perioadei proprii a sistemului analizat, ca fiind intervalul de timp dintre 2 vârfuri succesive; pentru modelul testat s-a obținut perioada proprie de 0.4 secunde, respectiv frecvența de 2.5 Hz. Astfel, pe baza experimentului, se poate concluziona că în cazul acțiunilor dinamice, răspunsul depinde de o caracteristică intrinsecă structurii, perioada proprie, iar componentele armonice ale acțiunilor dinamice care au frecvențe apropiate pot aduce sistemul la rezonanță, fenomen ce trebuie evitat în etapa de proiectare.

Pentru sistemele cu un grad de libertate dinamică, caracteristica dinamică este reprezentată de perioada proprie (T), aceasta depinzând de masa (m) și rigiditatea sistemului (k), conform relației (2):

$$m\ddot{u}(t) + ku(t) = 0 | : m \Rightarrow \ddot{u}(t) + \omega^2 u(t) = 0; \omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \text{ [rad/s]}; T = \frac{2\pi}{\omega} \text{ [s]} \quad (2)$$

Determinarea perioadei proprii prin neglijarea amortizării nu introduce erori importante pentru că în domeniul construcțiilor proprietățile de amortizare pot fi descrise printr-un coeficient din amortizarea critică mai mic de 20%. În aceste condiții, caracteristicile dinamice cu sau fără considerarea amortizării sunt aproape identice.

Pentru sistemele cu mai multe GLD se pot identifica drept caracteristici dinamice modurile proprii de vibrație care sunt definite prin perioade/pulsații de oscilație proprii și forme deformate asociate. Pulsațiile proprii (ω_i) se obțin prin rezolvarea ecuației caracteristice, iar deplasările normalizate (φ_{ni}) care descriu forma deformată asociată se obțin prin rezolvarea ecuației de mișcare.

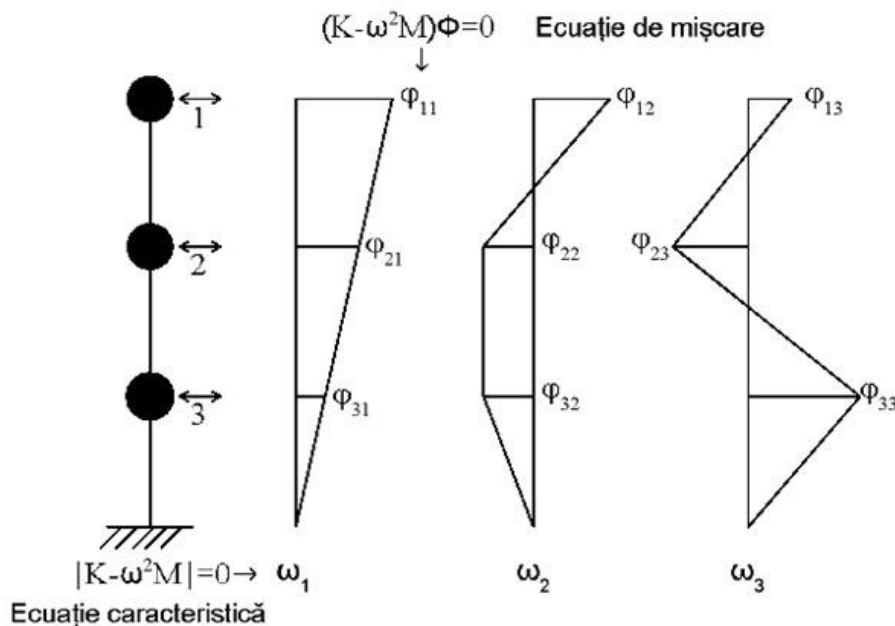


Figura 4. Schematizarea modurilor proprii de vibrație

O abordare simplificată a analizei modale pentru structuri plane la care se consideră ca GLD doar translații după o singură direcție a maselor concentrate, conduce la forme deformate asociate modurilor proprii (vezi Figura 4). Analiza modală realizată cu ajutorul programelor de calcul pentru modele spațiale consideră 6 GLD pentru fiecare nod și evidențiază forme deformate în care este posibilă cuplarea deplasărilor după diferite direcții (vezi Figura 5). Astfel, s-a evidențiat cuplarea translațiilor în plan orizontal pentru primele trei moduri proprii. Softul utilizat pentru analiză, SCIA Engineer, permite analiza facilă a ponderii acestor deplasări în fiecare mod de vibrație, prin tipul de rezultat *Protocol de calcul* care totodată ne permite identificarea modurilor proprii semnificative (vezi Figura 5).

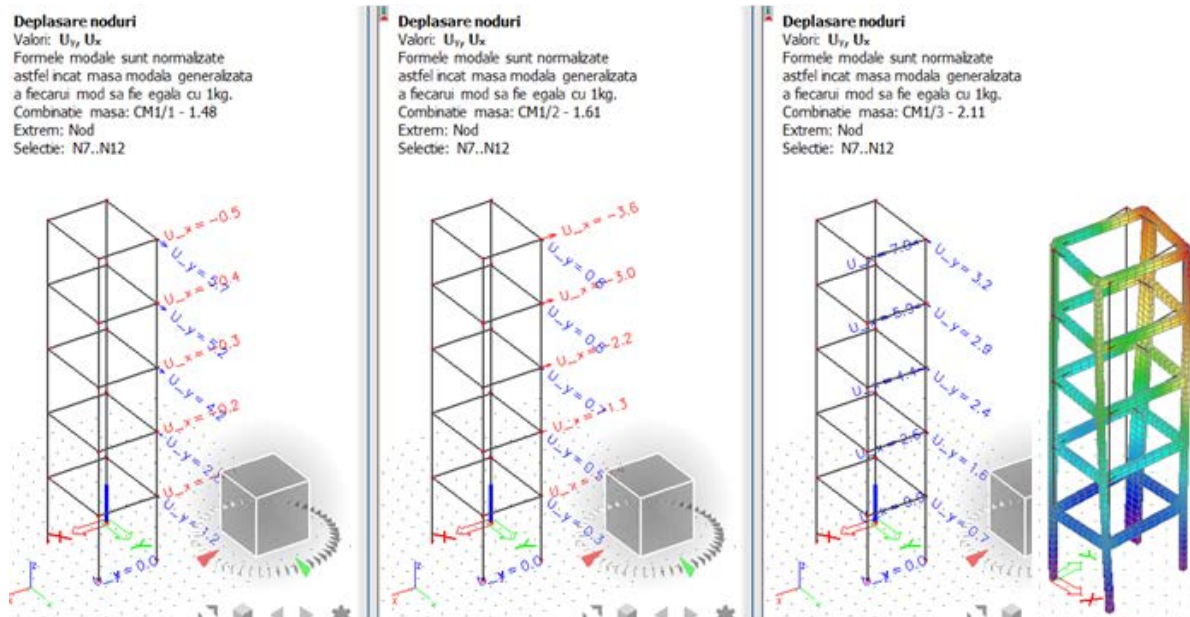


Figura 5. Componente predominante ale translațiilor în primele 3 moduri proprii de vibrație

Mase modale relative

Mod	mega [rad/s]	Perioada [s]	Frecv. [Hz]	W_{xi}/W_{xtot}	W_{yi}/W_{ytot}	W_{zi}/W_{ztot}	$N_{xi,R}/W_{xtot,R}$	$N_{yi,R}/W_{ytot,R}$	$W_{zi,R}/W_{ztot,R}$
1	9.32861	0.67	1.48	0.0073	0.8069	0.0000	0.1559	0.0018	0.0002
2	10.1337	0.62	1.61	0.6410	0.0076	0.0000	0.0016	0.1607	0.1582
3	13.276	0.47	2.11	0.1194	0.0004	0.0001	0.0000	0.0553	0.6512
4	28.7154	0.22	4.57	0.0001	0.1012	0.0001	0.5096	0.0004	0.0001
5	31.4877	0.20	5.01	0.0819	0.0000	0.0000	0.0002	0.3224	0.0229
6	43.8676	0.14	6.98	0.0363	0.0004	0.0001	0.0007	0.1110	0.0788
7	49.7282	0.13	7.91	0.0000	0.0345	0.0000	0.0555	0.0000	0.0005
8	53.5189	0.12	8.52	0.0286	0.0003	0.0000	0.0004	0.0580	0.0052
9	60.9224	0.10	9.70	0.0006	0.0001	0.0000	0.0001	0.0009	0.0001
10	69.0146	0.09	10.98	0.0000	0.0025	0.0001	0.0105	0.0006	0.0022
				0.9153	0.9539	0.0003	0.7344	0.7111	0.9195

Figura 6. Evidențierea factorilor de participare modală pentru cele 10 moduri proprii calculate, corespunzătoare celor 6 GLD ale fiecărui nod

În această lucrare se va face o analiză a măsurii în care diferite setări și simplificări din modelarea structurală vor afecta primele trei moduri de vibrație, atât din punct de vedere al perioadelor proprii, cât și al factorilor de participare modală pentru componentele de translație orizontală și de torsiune în jurul axei verticale. Deoarece softul utilizat de calcul determină forțele seismice de proiectare pe baza acestor caracteristici prin suprapunere modală, se va urmări și valoarea forțelor seismice de bază pe cele 2 direcții.



2. Studiu de caz

Pentru studiul influenței unor aspecte care țin de schematizările introduse la modelare, s-a considerat un cadru spațial multietajat pentru care s-au analizat perioadele obținute pentru primele 10 moduri proprii, distribuția factorilor de participare modală și forța seismică de bază rezultată. Forța seismică a fost determinată folosind modulul specializat de calcul dinamic cu spectre de răspuns, având implementat și codul P100-1. S-a considerat amplasamentul Constanța și pentru ambele direcții același factor de comportare .

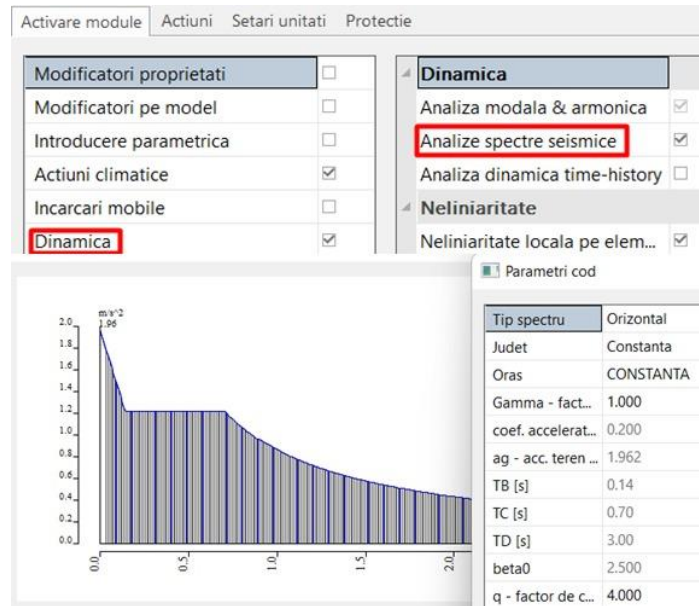


Figura 7. Setări pentru activarea modulului dinamic și calculul automat al forței seismice

Cazul de referință, numit în continuare *cazul A*, are configurația din Figura 8.

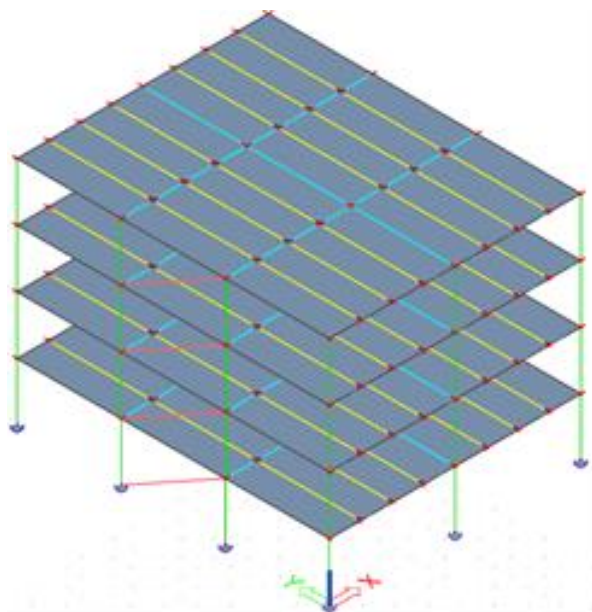


Figura 8. Configurație pentru cazul A



Tipul de structură folosit la modelare a fost *General XYZ* pentru a fi accesibile atât elemente structurale liniare, cât și plane, cele din urmă fiind necesare pentru modelarea plăcii. S-a realizat o modelare simplă, „interax”, cu stâlpi încastrați la bază. Pentru cazul A se consideră că grinzile principale sunt prinse rigid de stâlpi, iar contravântuirile în X sunt paralele cu direcția Y. În mod implicit, elementele structurale liniare pentru acest tip de structură au nodurile de capăt rigide. În acest model de referință s-a intervenit asupra setărilor implicite prin introducerea articulațiilor de capăt pentru modelarea grinzilor secundare și s-a modelat o singură contravântuire pentru a ține cont doar de contravântuirea întinsă; pentru modelarea contravântuirii s-a modificat tipul implicit de *element liniar* în element de tip *contravântuire de perete*.

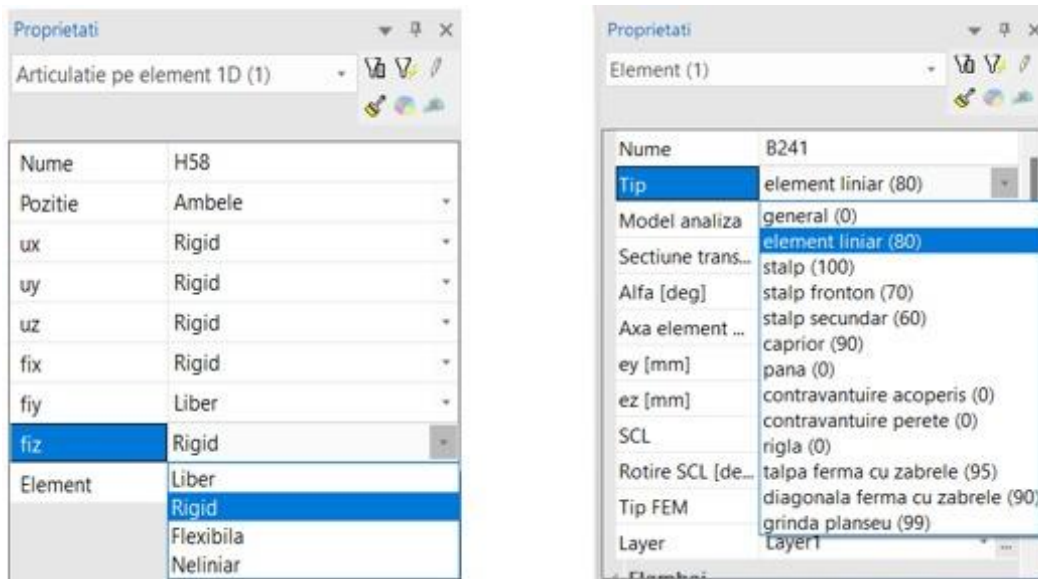


Figura 9. Setări pentru atribuirea tipului de element și pentru definirea articulațiilor de capăt

Pentru calculul modal, masa s-a obținut ca rezultantă a încărcărilor gravitaționale grupate ca pentru gruparea seismică.

Aportul important al plăcii de beton în rigidizarea structurii este ilustrat în cazul B, unde încărcările au fost aplicate pe un panou de încărcare, care nu beneficiază de rigiditate, ceea ce va conduce la o structură mult mai flexibilă decât cea din cazul A.

Pentru structurile metalice, în funcție de rigiditatea lor la rotire, nodurile pot fi de tip articulație formală, rigide sau semi-rigide. Conform secțiunii 5.2.2, din [2], nodurile de tip articulație formală permit rotirile produse de încărcările de calcul. Nodurile rigide, însă, asigură o continuitate deplină a structurii, având suficientă rigiditate la rotire. Nodurile semi-rigide nu îndeplinesc criteriile mai sus menționate, asigurând o interacțiune previzibilă între elemente.

Nodurile rigide sau articulate reprezintă cazuri extreme, iar o modelare mai apropiată de realitate se poate realiza cu ajutorul resorturilor, așa cum este prezentat și în [3], dar cu efort de calcul substanțial.

Există posibilitatea definirii unui nod semi-rigid prin selectarea opțiunii *flexibila* și introducerea valorii determinate pentru rigiditatea la rotire (vezi Figura 9). Secțiunea 6.3.1 din [2] indică modul în care se calculează această proprietate.

Pentru o modelare simplificată, conexiunea grinzilor cu stâlpii se poate considera fie articulată, fie rigidă, ceea ce poate avea o influență mare asupra rigidității structurii și asupra comportării dinamice.

Pentru a urmări cum se modifică rezultatele având în vedere cele două abordări simplificate, am considerat cazul C, în care o parte din grinzi principale au fost articulate la capete.

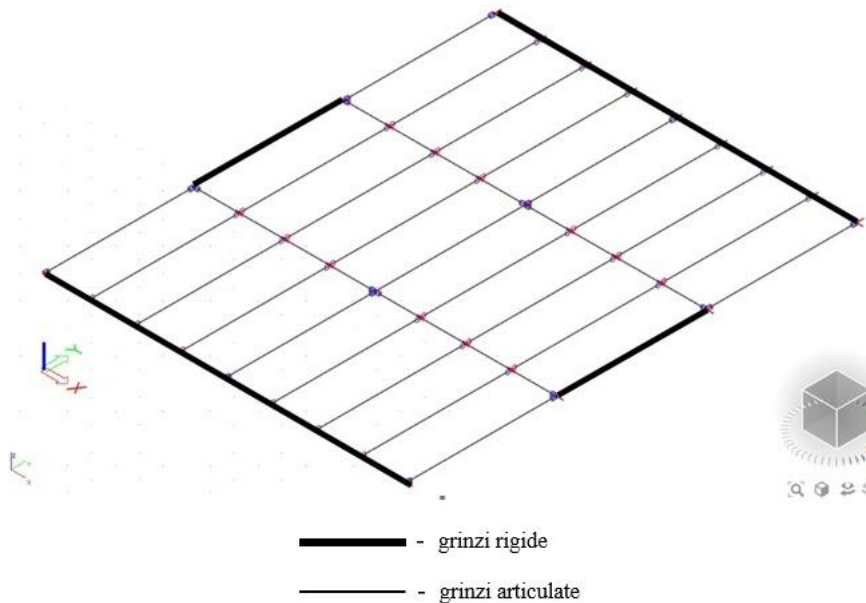


Figura 10. Grinzi articulate si rigide pentru cazul C

Pentru cazul C, articulațiile introduse au flexibilizat structura, iar creșterea perioadelor proprii a condus la forțe seismice de proiectare mai mici față de cazul A.

Având în vedere o posibilă situație în care la ultimul etaj al clădirii de birouri se amenajează o sală de sport pe 50% din suprafață, s-a studiat dacă masa suplimentară pentru destinația modificată are impact important asupra caracteristicilor dinamice, această situație constituind cazul D. Nu s-au obținut nici modificări importante ale perioadelor proprii și nici nu a fost favorizat fenomenul de torsiune, ceea ce se justifică prin faptul că masa suplimentară, obținută prin modificarea încărcărilor utile de la 3.3 kN/mp la 5kN/mp pentru 50% dintr-un singur planșeu, a fost neglijabilă raportată la masa totală (2% din masa totală).

Tabelul 1. Rezultate comparative pentru cazurile analizate.

	Caz A	Caz B	Caz C	Caz D
T1	0,63	1,02	0,73	0,63
T2	0,48	0,90	0,50	0,48
T3	0,37	0,82	0,39	0,38
W_x/W_{tot}	0,79	0,63	0,77	0,79
W_y/W_{tot}	0,86	0,68	0,85	0,86
W_{z-R}/W_{tot}	0,82	0,30	0,81	0,82
Acțiune seismică X FX	755,38	462,33	702,60	764,07
Acțiune seismică Y FY	817,50	441,02	797,55	826,05



3. Concluzii

Rezultatele experimentale pentru sisteme cu un GLD prezentate în lucrare au arătat cât este de important să se cunoască caracteristicile dinamice ale sistemelor în condițiile în care acestea sunt solicitate de acțiuni dinamice. Analiza modală care ne permite determinarea caracteristicilor dinamice pentru sisteme cu mai multe GLD poate fi cu succes realizată cu ajutorul programelor de calcul, dar trebuie avut în vedere că, în multe situații, este necesară modificarea proprietăților implicite ale elementelor structurale. Orientarea elementelor, tipul de legături ale acestora, modelarea plăcii ca element rigid sunt câteva exemple care afectează rigiditatea structurii și pentru care se observă repercusiuni în valorile perioadelor proprii.

Prin studiul întreprins de autori rezultă următoarele observații punctuale:

- Este important aportul rigidității plăcii de beton iar înlocuirea sa cu un plan de încărcări fără rigiditate afectează mult rezultatele.
- Este important ca, înainte de modelarea structurii, să se analizeze soluțiile constructive adoptate pentru noduri.
- Modificările ulterioare ale destinației nu afectează în mare măsură caracteristicile dinamice, atât timp cât distribuția maselor nu este semnificativ modificată.

BIBLIOGRAFIE

- [1] Anil K. Chopra “Dynamics of Structures – Theory and applications to earthquake engineering”, Third Edition, Peason Prentice Hall, New Jersey
- [2] SR EN 1993-1-8-2006 – Proiectarea structurilor din oțel – proiectarea îmbinărilor
- [3] Revista Construcțiilor – Modelarea îmbinărilor grindă-stâlp pentru analiza seismică a structurilor metalice



Influența curbei granulometrice, a raportului apă-ciment și a plastifianților asupra rezistenței la compresiune a betonului și impactul avut asupra mediului

Autori

Iulia M. ILIE¹, Ana C. ILIE², Cristian R. MAN³

¹Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, , [e-mail:iulia.ilie12@yahoo.com](mailto:iulia.ilie12@yahoo.com)

²Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, , [e-mail:anna_criss12@yahoo.com](mailto:anna_criss12@yahoo.com)

³Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, , [e-mail:manradu51@yahoo.co.uk](mailto:manradu51@yahoo.co.uk)

Îndrumător

Ș.I. Dr. Ing. Traian-Nicu TOADER⁴

⁴Facultatea de Construcții., Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, , [e-mail:traian.toader@dst.utcluj.ro](mailto:traian.toader@dst.utcluj.ro)

REZUMAT: *Cunoscută fiind problema schimbărilor climatice și a faptului că industria cimentului generează emisii de dioxid de carbon reprezentând 5% din emisiile provocate la scară globală, această lucrare tratează economisirea de energie înglobată în procesul de fabricare a betonului.*

Scopul cercetării este de a obține un beton de clasă superioară, îmbunătățind rezistența sa la compresiune fără a crește consumul de ciment.

Soluțiile adoptate în acest sens sunt reprezentate de utilizarea unor dozaje de agregate corespunzătoare unei zone granulometrice favorabile în combinație cu utilizarea unui aditiv plastifiant. Pentru fiecare dintre compozițiile realizate a fost determinată rezistența la compresiune pe cuburi având latura de 100 mm la vârsta de 28 de zile. Ulterior, s-a efectuat o analiză din perspectiva consumului de energie încorporată (embodied energy) și a amprentei de carbon (ecological footprint). Probele realizate au avut o rețetă de bază pentru un beton de clasă C30/37.

Optimizarea rețetelor clasice de beton poate contribui la reducerea consumului de energie înglobată în procesul de fabricare a betonului, minimizând impactul negativ asupra mediului înconjurător.

Cuvinte cheie

Beton, curbă granulometrică, rezistență la compresiune, amprentă de carbon, energie înglobată, plastifiant.

1. Introducere

Problema schimbărilor climatice se află în strânsă legătură cu industria producției cimentului, aceasta generând 4-8% din emisiile de dioxid de carbon provocate la scară globală [1]. Cantitatea de ciment produsă anual la nivel mondial este în creștere (vezi Fig.1). În anul fiscal 2019-2020 producția a fost de cca 4,4 milioane m³ [2], suficient pentru a turna cca 14 milioane m³ de beton, echivalent cu un perete construit pe circumferința Pământului, având o grosime de 25 cm și o înălțime de 1,4 m.

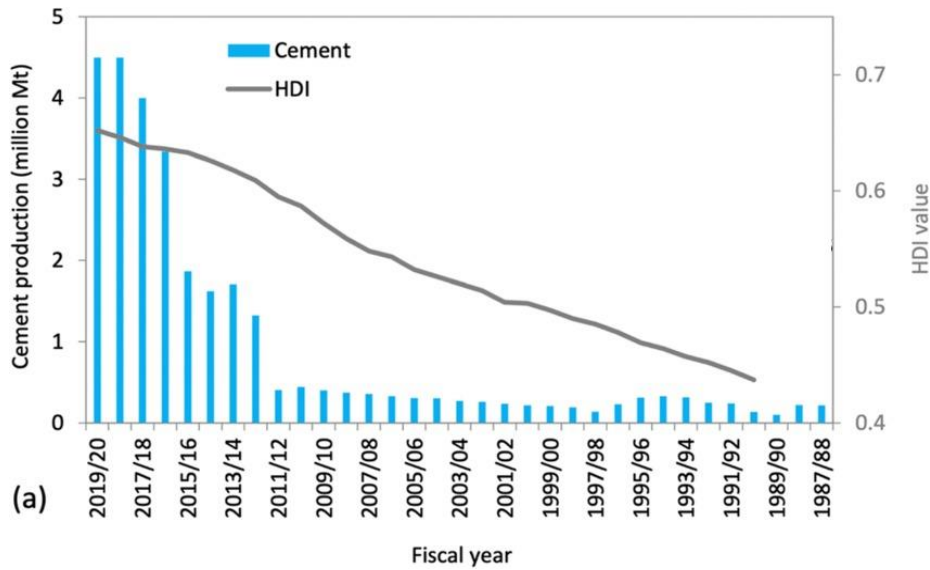


Figura 1. Comparația producției anuale de ciment și valoarea indicelui de dezvoltare (IDU)

Scopul studiului este de a obține un beton de clasă superioară, îmbunătățind rezistența sa la compresiune fără a crește consumul de ciment, folosindu-ne de curbele granulometrice, raportul apă-ciment și utilizarea de plastifiant (pe bază de lignină). Optimizarea rețetelor clasice de beton cu trei ingrediente (agregate, ciment, apă) minimizează impactul negativ asupra mediului prin reducerea amprentei de carbon și a energiei înglobate în procesul de fabricare a betonului, contribuind la obiectivul Pactului Verde European [3] de transformare a Europei în primul continent neutru din punct de vedere climatic până în 2050.

2. Materiale și metode utilizate

Pentru efectuarea studiului s-au luat ca reper rețete publicate [4] pentru clasa de beton C30/37, folosind un dozaj de ciment de 350 kg/m^3 . Au fost utilizate agregate de râu și ciment marca CEM I 52,5R produs de Holcim. Folosind aceste materiale, s-au realizat patru variante de rețete de beton, toate acestea având aceeași cantitate de ciment, diferențele între rețete provenind din variația raportului apă-ciment, a amestecului granular în funcție de curba granulometrică utilizată și folosirea de aditiv plastifiant.

2.1 Compoziția de beton V1

Prima variantă de turnare a fost realizată dintr-un beton simplu, fără aditivi sau adaosuri, folosind agregate silicioase de râu a căror diametru se încadrează într-o zonă granulometrică favorabilă. Au fost utilizate agregate sitate de către producător cu un dozaj de ciment de 350 kg/m^3 și un raport apă-ciment de 0,60.

Betonul obținut a avut un volum de 3 litri și a fost turnat în probe sub formă de cuburi cu latura de 100 mm. După decofrare (la 24 de ore) probele au fost imersate în apă la o temperatură constantă de 18°C , conform STAS 1275-88 [5].

Consistența betonului în stare proaspătă a fost moale. La decofrare probele au avut o culoare închisă și o suprafață prăfoasă.



Tabelul 1. Sorturi pentru variantele 1 și 2.

Cantitate	V1		V2	
	3L (g)	1m ³ (kg)	3L (g)	1m ³ (kg)
Sort 0-2 mm	1749	583	1749	583
Sort 2-8 mm	1965	655	1965	655
Sort 8-16 mm	1746	582	1746	582
Dozaj de ciment	1050	350	1050	350
Raport apa/ciment	0,60		0,47	
Aditiv plastifiant (%)	-		1	
Clasa de expunere satisfăcută	X0, XC1, XC2, XC3		XC0, XC1, XC2 XC3, XC4, XD1 XS1, XF1, XF2 XF3, XF4, XA1 XM1, XM2	

Betonul s-a preparat folosind un mixer electric cu paletă pentru beton. În găleata cu un volum de 12 litri, pentru circa 3-3,3 litri de compoziție, am adăugat mai întâi agregatele mari, urmând sorturile mai mici. S-a amestecat timp de 30 de secunde la viteză mică (80-100 rotații/minut) până când s-a obținut un amestec omogen, având grijă ca partea fină să nu coboare. S-a adăugat întreg conținutul de apă și de aditiv (doar pentru V2 și V4), menținând mixerul în funcțiune. Am folosit timpii de amestecare specifici preparării mortarului. Probele de beton au fost vibrat folosind masa vibrantă pentru aproximativ 30 de secunde.

2.2 Compoziția de beton V2

A doua variantă studiată a avut la bază un beton cu aditiv plastifiant 1%, folosind cantitățile de agregate de la Varianta 1 (Tabelul 1) de turnare (agregate sitate de către producător) cu un dozaj de ciment de 350 kg/m³ și un raport apă-ciment de 0,47. Aditivul plastifiant folosit este Sika Plastiment BV-440, având lignina ca substanță activă.

Consistența betonului în stare proaspătă a fost vârhoasă. La decofrare probele au avut o culoare deschisă și o suprafață neprăfoasă.

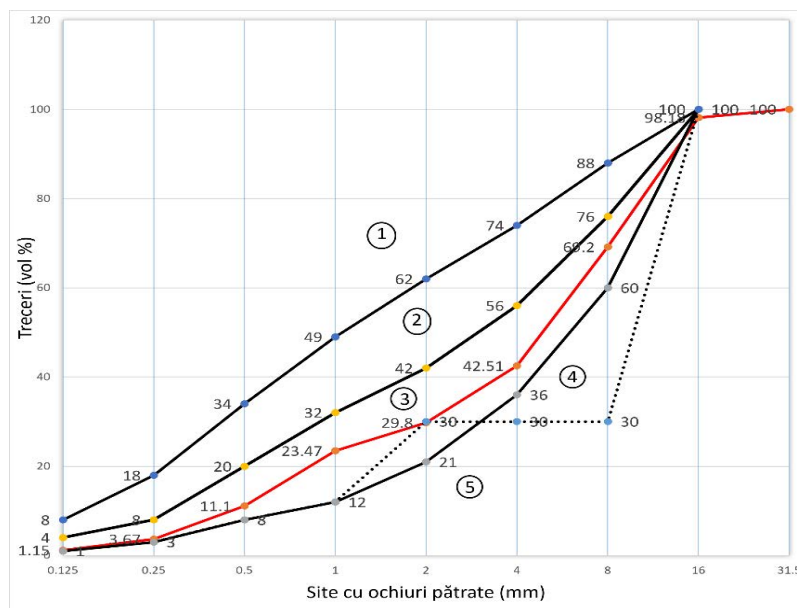


Figura 2. Curba granulometrică pentru variantele 1 și 2 (1. Zonă defavorabilă, 2. Zonă utilizabilă, 3. Zonă favorabilă, 4. Zonă favorabilă pentru compoziție granulometrică discontinuă, 5. Zonă defavorabilă) conform NE 012-1:2007



2.3 Compoziția de beton V3

A treia variantă tratează rețeta unui beton simplu cu agregate sitate mecanizat în laborator, utilizând o mașină de sitat cu site și ciururi standardizate, având ochiuri pătrate. Luând în calcul curba granulometrică aparținând zonei favorabile, au fost extrase cantitățile aferente de agregate și calculate pentru o rețetă de beton de 3,3 litri, utilizând un dozaj de ciment de 350 kg/m^3 și un raport apă-ciment de 0,55.

Mărirea volumului de beton de la 3 litri (utilizat la Variantele 1 și 2) la 3,3 litri s-a efectuat din cauza pierderilor de material de pe suprafața găleții, cofrajele nefiind umplute în totalitate în urma vibrării.

Consistența betonului în stare proaspătă a fost moale. La decofrare probele au avut o culoare deschisă și o suprafață neprăfoasă.

Tabelul 2. Sorturi pentru variantele 3 și 4.

Cantitate	V3				V4			
	3.3L (g)		1m ³ (kg)		3.3L (g)		1m ³ (kg)	
Sort 0-0.125 mm	73	1925	22	583	22	1925	22	583
Sort 0.125-0.25 mm	287		86		86			
Sort 0.25-0.5 mm	482		146		146			
Sort 0.5-1 mm	482		146		146			
Sort 1-2 mm	601		182		182			
Sort 2-4 mm	842	2162	255	655	255	2162	255	655
Sort 4-8 mm	1320		400		400		400	
Sort 8-16 mm	1921	1921	582	582	582	1921	582	582
Dozaj de ciment	1155		350		1155		350	
Raport apa/ciment	0,5				0,47			
Aditiv plastifiant (%)	-				1			
Clasa de expunere satisfăcută	XC0, XC1, XC2 XC3, XC4, XD1 XS1, XF1, XF2 XF3, XF4, XA1 XM1, XM2				XC0, XC1, XC2 XC3, XC4, XD1 XS1, XF1, XF2 XF3, XF4, XA1 XM1, XM2			

2.4 Compoziția de beton V4

A patra variantă de turnare a fost realizată dintr-un beton cu aditiv plastifiant 1%, folosind cantitățile de agregate de la Varianta 3 de turnare (agregate sitate în laborator) cu un dozaj de ciment de 350 kg/m^3 și un raport apă-ciment de 0,47. Aditivul plastifiant folosit este Sika Plastiment BV-440.

Consistența betonului în stare proaspătă a fost vârtosă. La decofrare probele au avut o culoare deschisă și o suprafață neprăfoasă.

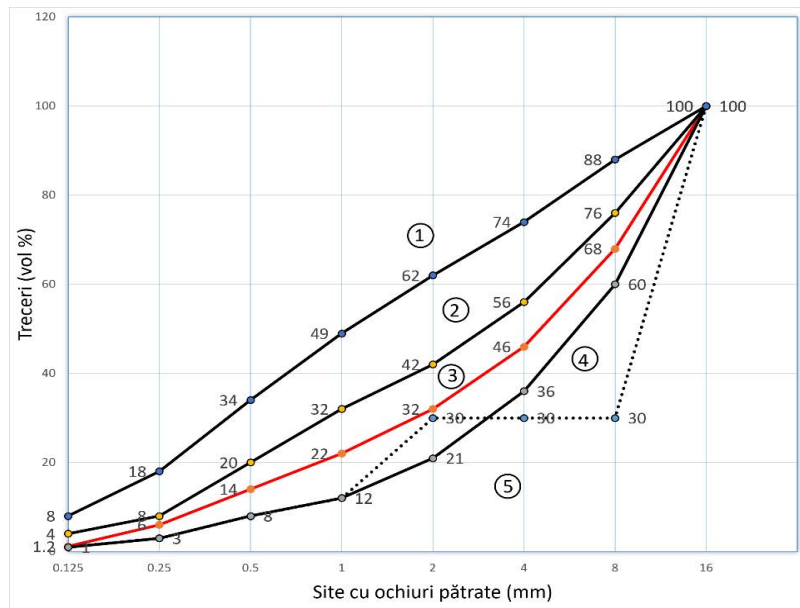


Figura 3. Curba granulometrică pentru variantele 3 și 4 (1. Zonă defavorabilă, 2. Zonă utilizabilă, 3. Zonă favorabilă, 4. Zonă favorabilă pentru compoziție granulometrică discontinuă, 5. Zonă defavorabilă) conform NE 012-1:2007

2.5 Analiza probelor

Probele sub formă de cuburi cu latura de 100 mm au fost testate la compresiune în laborator după 28 de zile utilizând presa hidraulică. Din fiecare variantă de turnare au rezultat câte trei probe, fiecare probă a fost cântărită și măsurată pentru a obține rezistențe la compresiune în funcție de acești parametri. Pentru determinarea rezistenței la compresiune a fiecărei variante de turnare s-a aplicat criteriul de conformitate pentru cuburi cu latura de 100 mm luând ca reper relațiile de calcul din EN 206-1 [6]. Rezultatele obținute sunt centralizate în Tabelul 3.

Tabelul 3. Valorile rezistențelor la compresiune pentru probele individuale

	V1			V2			V3			V4		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Densitatea betonului (kg/m³)	2363,16	2345,75	2318,18	2371,13	2365,59	2384,21	2395	2430	2395	2405	2470	2460
Rezistența la compresiune (Mpa)	49,53	48,44	48,84	54,16	52,12	56,72	53,91	50,7	49,35	54,03	49,40	61,64
Media rezistenței la compresiune (Mpa)	48,94			54,33			51,32			55,02		
Valoarea rezistenței caracteristice pe cub (Mpa)	40,36			45,69			42,71			46,37		
Încadrarea în clasa de rezistență	C32/40			C35/45			C32/40			C35/45		

3. Rezultate și discuții

Rezistența la compresiune pe cub a tuturor probelor testate a depășit rezistența clasei de beton luate ca reper din rețelele de beton publicate [4] pentru clasa de beton C30/37, după cum se remarcă în Tabelul 3. Testarea la compresiune și modul de cedare al probelor se regăsește în Figura 4. În cazul probelor care conțin aceleași cantități de agregate (V1, V2, respectiv V3 și V4), rezistența a crescut odată cu reducerea raportului apă-ciment. În cazul rețetelor cu același raport apă-ciment, dar cantități diferite de agregate (V2 și V4, cantitățile fiind menționate în Tabelul 1 și Tabelul 2) se observă o mică diferență între rezistențele obținute la compresiune pe probe individuale. Această diferență este datorată faptului că V4 conține un control mai riguros al amestecului optim de agregate (a se compara Figura 2 cu Figura 3), deci mai multă parte fină, având un volum de goluri mai mic în comparație cu V2 și implicit o rezistență cu 1,25% mai mare la compresiune. Prin utilizarea unei curbe granulometrice controlată mai strict (prin resitarea sorturilor), s-a putut ca la trecerea de la compoziția V1 la V3 să se reducă volumul de apă pentru amestec, asigurând o lucrabilitatea corespunzătoare.



Figura 4. Testarea probelor la compresiune pe cuburi

În ceea ce privește rezistența la compresiune pe cub a fiecărei probe în parte, s-au observat diferențe și de până la 19% între probe aparținând aceleiași variante de turnare (vezi Tabelul 3, V4.2 și V4.3). Această diferență este explicată prin dispunerea inegală a amestecului de agregate din compoziția de beton în cofraje datorată turnării manuale, betonul pierzându-și gradul de omogenizare oferit de mixer. Remedierea problemei constă în adoptarea unor procedee mecanizate de turnare a betonului.

Metoda de cernere în laborator folosită pentru V3 și V4 nu este rentabilă la scară largă deoarece necesită cel puțin de 10 ori mai mult timp de lucru decât V1 și V2. Influența amestecului granular se resimte în mod pozitiv și în cazul V1 și V2, în care s-au folosit agregate presitate de către producător. Folosind amestecul optim de agregate obținem rezistențe la compresiune asemănătoare indiferent dacă se folosesc agregate sitate de către producător sau sitate în laborator, diferența majoră constând în durata pregătirii și preparării betonului.

În ceea ce privește limitările studiului, amintim imposibilitatea unui calcul exact al costurilor de producție și transport, deoarece datele necesare fluctuează în funcție de factorii politico-economici.

În procesul de fabricare a betonului, industria de producție a cimentului este responsabilă de 92-96% din totalul emisiilor de dioxid de carbon și înglobează 89-94% din totalul de energie consumată [7]. Analiza ampretei de carbon și a energiei înglobate în funcție de clasa betonului urmând rețetele clasice (crescând cantitatea de ciment odată cu clasa betonului) s-a făcut pentru betoane având clasa de expunere XF4 [7].

Pentru rețeta de bază de clasă C30/37 cu un volum de 3 L, cantitatea emisiilor de dioxid de carbon este de 0,86 kgCO₂/3 L, iar energia înglobată este de 4.75MJ/3 L.



Tabelul 4. Emisiile de dioxid de carbon și energie înglobată per rezistența la compresiune cu valoare caracteristică pe cub.

Clasă beton	Emisii de carbon (kgCO ₂ /Mpa)	Energie înglobată (MJ/Mpa)
C30/37	7,82	42,86
C32/40	7,23	39,65
C35/45	6,43	35,24

În Tabelul 4 este evidențiată reducerea emisiilor de CO₂ și a energiei înglobate pentru 1MPa, atunci când cantitatea de ciment este constantă. Analiza s-a efectuat pentru clasa de beton a rețetei de bază (C30/37), dar și pentru clasele de beton obținute în urma testărilor din laborator (C32/40, C35/40).

Considerând un efort axial de 300 kN și un stâlp din beton de secțiune 500x500 mm și 3 m lungime, s-a calculat pentru clasa de beton C30/37 efortul axial capabil. Pentru aceeași valoare a efortului axial capabil s-a calculat variația secțiunii transversale a stâlpului folosind clasele de beton C32/40 și C35/45. În Tabelul 5 se poate observa că folosind aceeași cantitate de ciment atât pentru C30/37, cât și pentru C32/40 și C35/45, emisiile de dioxid de carbon și energia înglobată au fost reduse cu până la 6.13% în cazul betonului de clasă C32/40 și cu 14.4% în cazul betonului de clasă C35/45.

Tabelul 5. Evaluarea reducerii emisiilor de dioxid de carbon și a energiei înglobate pentru un stâlp de lungime constantă și secțiune transversală variabilă în funcție de clasa betonului.

Clasă beton	Secțiune (mm)	Lungime (m)	Emisii de dioxid de carbon (kgCO ₂)	Energie înglobată (MJ)	Economia de energie și reducerea emisiilor de dioxid de carbon (%)
C30/37	500x500	3	217,02	1189,62	-
C32/40	484,5x484,5	3	203,7	1116,66	6,13
C35/45	468,8x468,8	3	158,76	1018,32	14,4

4. Concluzii

Prin rezultatele obținute, studiul de față susține și întărește ideea potrivit căreia folosind metode de îmbunătățire a rețetelor clasice de beton cu trei ingrediente (ciment, apă, agregate) cum ar fi: utilizarea de amestecuri optime de agregate, reducerea raportului apă-ciment în completare cu folosirea aditivilor plastifianți, putem minimiza impactul negativ asupra mediului reducând amprenta de carbon și energia înglobată. Metodele folosite asigură compozițiilor de beton și beneficii, cum ar fi: creșterea omogenității și compactității prin optimizarea amestecului granular, creșterea lucrabilității, rezistență la compresiune sporită în funcție de raportul apă-ciment folosit, rezistența la anumiți factori de mediu și atac chimic [8].



5. Mulțumiri

- Mulțumiri colectivului Departamentului de Construcții Civile și Management, în mod special domnului Conf. Dr. Ing. ACIU Claudiu și domnilor tehnicieni pentru recomandările și sprijinul oferit pentru sitarea sorturilor de agregate.
- Mulțumiri colectivului Departamentului Structuri, în special doamnei Asist. Dr. Ing. GHERMAN Oana, domnului Ș.I. Dr. Ing. CONSTANTINESCU Horia, doamnei Conf. Dr. Ing. NEGRUȚIU Camelia și domnilor tehnicieni pentru sprijinul oferit în pregătirea compozițiilor de beton, a cofrajelor și testelor din laborator.
- Mulțumiri colegei ROZIAN Daria Paraschiva pentru lucrul împreună din timpul pregătirii, turnării și testării compozițiilor de beton.

BIBLIOGRAFIE

1. Nature, *Concrete needs to lose its colossal carbon footprint*. Nature, 597, 2021. Disponibil la: <https://www.nature.com/articles/d41586-021-02612-5>
2. Sudeep Thakuri, Singh Bahadur Khatri, Sabita Thapa, *Enflamed CO 2 emissions from cement production in Nepal*. ResearchGATE, 2021. Disponibil la: https://www.researchgate.net/publication/353330782_Enflamed_CO_2_emissions_from_cement_production_in_Nepal
3. Consiliul European, Consiliul Uniunii Europene, *Pactul Verde European*, 2022. Disponibil la: <https://www.consilium.europa.eu/ro/policies/green-deal/> <https://dokumen.tips/documents/stas-1275-88-incercari-pe-betonpdf.html>
4. Traian N. Toader, *Stabilirea specificației betonului de ciment proaspăt și întărit, conform SR EN 206-1*. UT Press (în curs de publicare).
5. Comitetul Național Pentru Știință și Tehnologie, *Încercări pe betoane. Încercări pe betonul întărit. Determinarea rezistențelor mecanice*. STAS 1275-88. Disponibil la: <https://dokumen.tips/documents/stas-1275-88-incercari-pe-betonpdf.html>
6. Tam C. T., Daneti S. Babu, Li W., *EN 206 conformity testing for concrete strength in compression*. Procedia Engineering, 2017. Vol. 171, 227-237.
7. T. McGrath, S. Nanukuttan, P.A.M. Basheer, A.E. Long, *Embodied Energy and Carbon Footprinting of Concrete Production and Use*. Proceedings of the 32nd Cement and Concrete Science Conference. Belfast, Northern Ireland, United Kingdom, 2012.
8. Ofelia Corbu, Traian Oneț, Henriette Szilagy, *Economia de energie la realizarea betoanelor performante*. Conferința "Știința modernă și energia" SME 2013. Vol. 1.



LOCUIȚA SIGURĂ ȘI SUSTENABILĂ

Autor/autori

Carmen DRĂGOI¹, Georgiana BANU²

¹Facultatea de Construcții, Universitatea Transilvania din Brașov, gabriela.dragoi@student.unitbv.ro

²Facultatea de Construcții, Universitatea Transilvania din Brașov, georgiana.banu@student.unitbv.ro

Îndrumător

Conf. dr. ing. Radu MUNTEAN³

³Facultatea de Construcții, Universitatea Transilvania din Brașov, radu.m@unitbv.ro

REZUMAT: *Evaluarea caracteristicilor de siguranță și sustenabilitate ale unei locuințe depinde de mai mulți factori. Printre aceștia se numără: amplasamentul, compartimentarea, suprafețele utile, parametrii interiori ai locuinței, instalațiile și finisajele. Adesea, oamenii nu iau în considerare diverșii factori care le pot influența sănătatea în propriile locuințe, fie din cauză că nu sunt conștienți de aceștia și de consecințele pe care le pot avea, fie din cauza unor constrângeri financiare. Prin urmare, această lucrare propune un model de calcul general pentru obținerea a ceea ce va fi definit ca „Indexul locuințelor sănătoase”- HHi (Healthy Housing index), cu criteriile de stabilire a factorilor, sub-factorilor, influenței și ponderilor care trebuie ajustate în funcție de locul în care se aplică.*

Cuvinte cheie

Siguranță, sustenabilitate, locuință, sănătate, factori.

1. Introducere

Ne petrecem mai mult de 90% din viață în clădiri, dar știm mult mai multe despre efectele condițiilor de mediu asupra sănătății umane decât despre modul în care clădirile ne afectează sănătatea.

Condițiile neadecvate de locuire pot fi dăunătoare sănătății, numeroase studii [1-3] indicând o corelație reală între condițiile de calitate a locuinței și sănătatea rezidenților. Imposibilitatea menținerii unei temperaturi adecvate în locuință prin lipsa unor surse de energie au fost legate de rate ridicate de mortalitate și morbiditate, în principal din cauza patologiilor cardiovasculare și respiratorii. Lumina naturală insuficientă, poluarea aerului interior, zgomotul excesiv din exterior, etc sunt terenuri propice pentru boli infecțioase, boli mintale, iritabilitate, anxietate, depresie și tulburări de somn. Un mediu interior neadecvat crește riscul de probleme psihologice și mentale și chiar conduce la rate mai mari de mortalitate de toate cauzele.

Una dintre principalele probleme ale clădirilor europene este umiditatea, care poate duce la apariția mușcăiului și la o creștere a incidenței bolilor asociate, precum astmul. Aproximativ 80 de milioane de europeni trăiesc în prezent în locuințe umede sau mușcăite, iar acest lucru reprezintă o provocare majoră pentru sănătatea și bunăstarea societății [4].

Impactul economic al bolilor asociate locuințelor este, de asemenea, semnificativ: costul pentru societățile europene care se confruntă cu astmul bronșic și boli pulmonare obstructive cronice este de 82 de miliarde de euro/an [5].

Jumătate din această sumă este destinată costurilor directe, cum ar fi medicamentele și îngrijirea. Cealaltă jumătate, aproape 40 de miliarde de euro, este calculată ca și costuri indirecte, cum ar fi pierderea productivității muncii. Acest lucru ar trebui să pună un mediu interior bun în fruntea agendei fiecărui angajator, având în vedere și faptul că o calitate sănătoasă a aerului interior la locul de muncă poate crește productivitatea oamenilor cu până la 10% [5].



Locuința sănătoasă poate fi privită ca agent al sănătății, ceea ce presupune reducerea cât mai mult posibil a factorilor de risc existenți, încă din faza de proiectare, alegerea amplasamentului/locației și construcția clădirii, iar apoi în faza de utilizare și întreținere a acesteia.

Evaluarea caracteristicilor care determină sănătatea unei locuințe depinde de mulți factori. Printre aceștia se pot regăsi, într-un mod foarte influent, factori care implică confortul, siguranța, accesibilitatea și sustenabilitatea acesteia.

Cu toate acestea, amplasarea în zone climatice terestre reci, temperate sau calde, influențează în mod deosebit criteriile care determină modul în care acești factori contribuie la asigurarea unui nivel de sănătate al locuinței.

Pentru a realiza o clădire care să promoveze sănătatea, este necesară combinarea cunoștințelor din construcții, medicină și alte ramuri ale științei, dezvoltarea unei metodologii de instruire capabilă să transfere toate informațiile rezultate din cercetare în cunoștințe pentru a obține locuințe eficiente energetic, durabile, capabile să promoveze un mediu sănătos.

Prin urmare, procedura prezentată în continuare oferă un model pentru obținerea a ceea ce va fi definit ca *Indexul locuințelor sănătoase - HHi (Healthy Housing index)*, cu criterii de stabilire a factorilor, sub-factorilor, influenței și ponderilor care trebuie ajustate în funcție de locația în care se aplică, încercând să definească o gamă de răspunsuri suficient de omogenă, astfel încât rezultatul să nu fie influențat de criterii mai puțin relevante. Integrarea acestui tip de metodologie în proiectarea clădirilor reprezintă o revoluție în arhitectura modernă. Capacitatea de a avea informații în timp real asupra tuturor parametrilor ce pot fi incluși în metodologie, permite proiectantului să cuantifice variabilele și să modifice proiectul în consecință.

2. Modelul de calcul pentru indicii de sănătate a locuințelor (HHi)

Modelul de calcul a fost dezvoltat în proiectului BIMHealthy [6], la care Facultatea de Construcții din cadrul Universității Transilvania din Brașov a fost partener, proiect cofinanțat prin programul Erasmus+ al Uniunii Europene. Proiectul BIMHealthy explorează transversalitatea conceptului de locuință sănătoasă atât la nivel profesional, cât și educațional, profitând de fluxul de cunoștințe din disciplinele medicale și construcții și dezvoltând interoperabilitatea între informații, astfel încât proiectantul să poată realiza un model de locuință care promovează sănătatea. Ca urmare, aplicația are și un caracter educativ, putând fi folosită ca model în procesele de predare-învățare în instituții de învățământ superior sau școli profesionale.

2.1 Sinteza procedurii

Procesul de obținere al *HHi* este planificat în 7 faze [6]:

1. definirea „*Indicelui de sănătate al locuințelor*” (*HHi*), prin măsurarea analitică a acestuia pentru a determina gradul de siguranță și sustenabilitate;
2. stabilirea factorilor majori: amplasamentul, compartimentarea, suprafețele, parametrii interiori ai locuinței, instalațiile și finisajele, completați cu sub-factori;
3. stabilirea procentelor de influență aferente fiecărui factor;
4. stabilirea criteriilor de punctare în funcție de factorii și sub-factorii respectivi;
5. obținerea caracteristicilor locuinței;
6. punctarea fiecărui sub-factor pe o scară de la 0 la 10;
7. obținerea de rezultate în conformitate cu următoarea scară valorică:



Tabelul 1. Scala valorică a indicelui HHI.

Indicele de sănătate al locuințelor - HHi				
Foarte mare	Mare	Mediu	Scăzut	Foarte scăzut
1,00 – 0,80	0,79 – 0,60	0,59 – 0,40	0,39 – 0,20	0,19 – 0,00

2.2 Definiție și expresie analitică

Indicele de sănătate al locuințelor (HHI) se poate calcula cu ajutorul formulei:

$$HHi = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} \alpha_i \cdot F_i}{10} \quad (1)$$

unde: HHi = Indicele de sănătate al locuințelor, variind de la 0 la 1; α_i = coeficient de influență care variază de la 0 la 1, în funcție de $n = 6$ tipuri de factori F_i ; F_i = factor de influență care variază de la 0 la 10 și se obține cu ajutorul ecuației 2.

$$F_i = \sum_{j=1}^{j=m} \beta_j \cdot C_{ij} \quad (2)$$

unde: B_j = coeficient de ponderare variind de la 0 la 100%, funcție de m tipuri de sub-factori j de care depinde fiecare F_i ; C_{ij} = evaluarea sub-factorului care variază de la 0 la 10.

În modelul de calcul sunt considerați 6 factori majori, fiecare dintre ei având între 5 și 10 sub-factori. Pentru ușurarea calculului, factorii, sub-factorii, precum și nivelul de influență și ponderile lor în rezultatul final, sunt grupate sub forma unor tabele, câte unul pentru fiecare factor major, similare cu tabelul 2, aferent factorului 1 – amplasamentul.

Tabelul 2. Factorul 1- Amplasamentul [6].

		Cij criteriile de evaluare: influenta pozitiva						
		Influența	Foarte scăzut	Scăzut	Mediu	Ridicat	Foarte ridicat	
		Punctaj	1,0	3,0	5,0	7,0	9,0	
Factorul i	Coef. de influență α_i	Sub-factorul j	Media Coef. β_j	0,0 - 2,0	2,1 - 4,0	4,1 - 6,0	6,1 - 8,0	8,1 - 10
Amplasamentul	0.20	1.1. Locația	15 %	Orașe cu peste 1.000.000 locuitori.	Zone urbane tradiționale: orașe între 500000 și 1000000 locuitori.	Zone urbane tradiționale: orașe între 100000 și 500000 locuitori.	Zone urbane și rurale între 50000 și 100000 locuitori.	Zone rurale și forestiere < 50.000 locuitori.
		1.2. Indicele calității aerului (ICA): rezultă din O ₃ , CO, SO ₂ , NO ₂ , PM2.5, PM10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	35 %	ICA > 200	ICA 200 -150	ICA 150 - 100	ICA 100 - 50	ICA ≤ 50



	1.3. Zona climatică (ZC): I, II, III, IV și V.	10 %	(V)	(IV)	(III)	(II)	(I)
	1.4. Orientarea dorită pentru camera de zi.	25 %	(A) Sud - Vest (B) Vest (C) Nord - Vest (D) Nord - Est (E) Nord - Est	(A) Sud (B) Sud - Vest (C) Vest (D) Nord - Vest (E) Nord	(A) Sud - Est (B) Sud - Vest (C) Sud - Vest (D) Vest (E) Nord - Vest	(A) Est - Est (B) Sud - Est (C) Sud - Vest (D) Sud - Vest (E) Vest	(A) Nord - Est (B) Est (C) Sud - Est (D) Sud - Vest (E) Sud - Vest
	1.5. Expunerea la radon [Bq / m ³]	15 %	> 300 Bq / m ³	300 - 250 Bq / m ³	250 - 200 Bq / m ³	200 - 150 Bq / m ³	≤ 150 Bq / m ³
	Σ	100 %	Influență globală HHi de 20 % (α _i = 0.20)				

Spre exemplificare, primul factor major – amplasamentul are o influență de 20% asupra rezultatului final, având 5 sub-factori cu următoarele ponderi aferente: locația - 15%, indicele calității aerului - 35%, zona climatică - 10%, orientarea camerei de zi - 25% și expunerea la radon - 15%.

Sub-factorul *locație* ia în considerare amplasarea locuinței în interiorul sau exteriorul aglomerărilor urbane; dacă locuința se află într-o zonă urbană foarte aglomerată, primește un punctaj mic, față de o amplasare într-o zonă rurală, departe de agitația unui oraș, care poate avea un punctaj mult mai mare, ceea ce va conduce și la un scor final mult mai bun pentru HHi.

Sub-factorul referitor la *indicele de calitate al aerului* poate fi calculat cu ajutorul hărților accesibile la adresa de internet <https://www.calitateaer.ro/>. Site-ul prezintă informații în timp real privind parametrii de calitate a aerului, monitorizați în cele peste 100 stații de pe toată suprafața României care alcătuiesc Rețeaua Națională de Monitorizare a Calității Aerului (RNMCA) [7].

Pentru sub-factorul referitor la *zonele climatice* se poate folosi harta din figura 1, România fiind împărțită în 5 zone climatice, în funcție de temperaturile medii din perioada de iarnă, conform Normativului privind calculul termotehnic al elementelor de construcție ale clădirilor, indicativ C 107-2005, cu completările ulterioare.

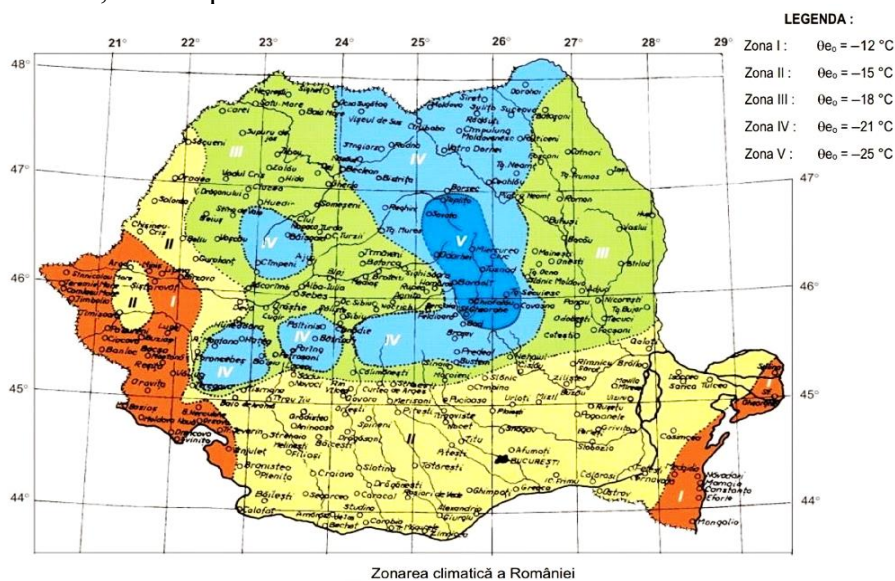


Figura 1. Zonarea climatică a României pentru perioada de iarnă [8].



Cu cât amplasamentul construcției studiate este mai aproape de o zonă mai rece, cu atât scade punctajul aferent acestui sub-factor și, implicit, scorul final pentru HHi.

Orientarea camerei de zi s-a considerat a avea o importanță mare în stabilirea nivelului de influență asupra sănătății celor care locuiesc într-o casa. O orientare avantajoasă ar fi pe direcțiile care beneficiază de o însorire cât mai mare și pe o durată de timp cât mai îndelungată.

Ultimul sub-factor este cel referitor la *expunerea la radon*. Radonul este un gaz radioactiv natural care se degajă din interiorul solului și se infiltrează în case prin structura de rezistență sau prin crăpăturile plăcii către sol, fiind clasificat de Agenția Internațională pentru Studiul Cancerului ca principalul agent de mediu cancerigen, reprezentând, după fumat, a doua cauză în apariția cancerului pulmonar [9]. Laboratorul LiRaCC din cadrul Universității Babeș-Bolyai din Cluj-Napoca, lucrează la o hartă a expunerii la radon care acoperă în prezent 28 de județe (aprox. 44% din teritoriul), preponderent situate în regiunile Centru, Vest și Nord-Vest ale României (figura 2).

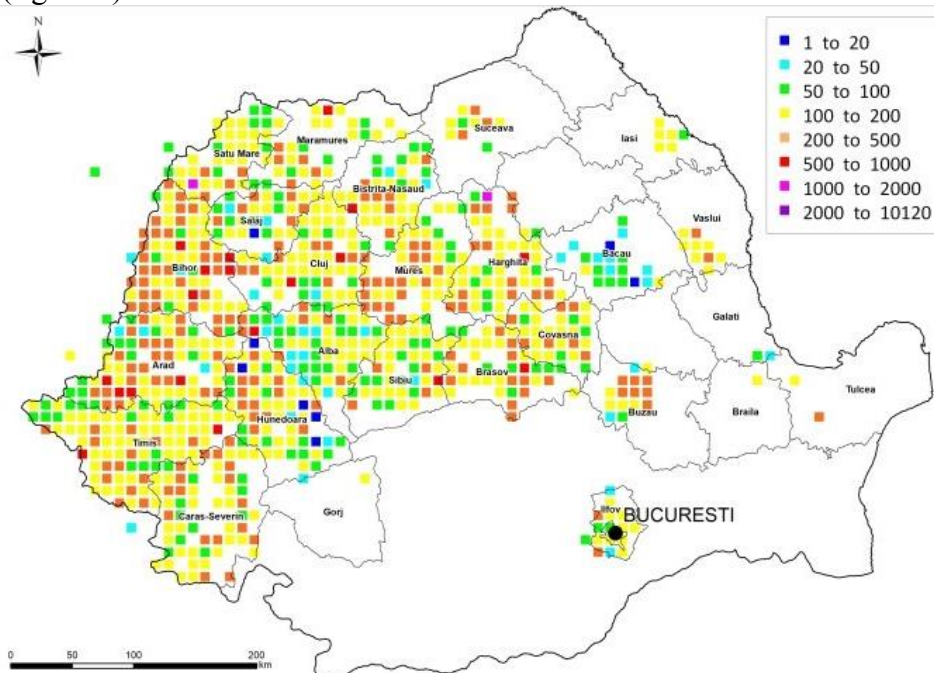


Figura 2. Harta expunerii la radon [9].

În mod asemănător se vor calcula punctajele, ponderile și influența celorlalți factori principali.

Al doilea și al treilea factor se referă la compartimentarea și suprafețele utile ale locuințelor: cu cât locuința are mai multe încăperi, bine delimitate ca rol și funcțiuni, cât mai spațioase și suficiente raportat la numărul de persoane care le folosesc, cu atât confortul crește, reducând riscul apariției de factori perturbatori pentru sănătate.

Al patrulea factor se concentrează pe parametrii interiori ai locuinței, cum ar fi existența unui sistemului de ventilație performant, asigurarea unui iluminat natural sau artificial, gradul de permeabilitate a anvelopei clădirii, nivelul de zgomot transmis la interior, gradul de izolare termică, etc.

Factorul 5 face referire la dotarea locuinței cu diverse echipamente și sisteme de instalații: alimentare cu apă, canalizare, de încălzire, răcire, ventilare, dar și instalații de telecomunicații, automatizări sau sisteme de detecție, prevenire și stingere a incendiilor.

Ultimul factor pune în valoare nivelul de calitate al materialelor de finisaj, al elementelor de închidere a clădirii (uși, ferestre), dar și al echipamentelor cu care este dotată fiecare încăpere în conformitate cu destinația acesteia.



3. Studiu de caz

Pentru verificare modelului propus, s-a realizat și un calcul aplicativ pentru o locuință existentă, având următoarele caracteristici:

- *Amplasamentul*
 - Locuința este situată într-o zonă urbană cuprinsă între 50.000 și 100.000 de locuitori, cu $ICA \leq 50 \mu\text{g} / \text{m}^3$, situată într-o zonă climatică de temperatură medie (zona III) și cu orientare preferențială spre Sud-Est, iar expunerea la radon este $\leq 200 \text{ Bq}/\text{m}^3$.
- *Compartimentare*
 - Locuința dispune de 2 băi complet utilate (WC, lavoar, cadă, bideu) și o baie de serviciu (WC, lavoar, duș). Are 4 dormitoare, cameră de zi folosită și ca loc de luat masa, 2 terase, bucătărie independentă, dressing independent, cu spațiu de depozitare a încălțăminte și cu masă de călcat și o cămară independentă și ventilată natural
- *Suprafețe*
 - Băile principale au aproximativ 6 m^2 , baia de serviciu are 3 m^2 , există un dormitor de 20 m^2 , iar restul dormitoarelor au între $10 - 15 \text{ m}^2$. Suprafața camerei de zi + loc de luat masa este de 25 m^2 . Cele două terase au împreună aproximativ 60 m^2 . Bucătăria are 24 m^2 , dressing-ul 6 m^2 și cămara aproximativ 4 m^2 . Înălțimea utilă este de $2,5 \text{ m}$.
- *Parametrii interiori ai locuinței*
 - Are un sistem de ventilație natural cu goluri mai mari de 10% din suprafața utilă. Camera de zi beneficiază de lumină naturală. Construcția este situată într-o zonă cu precipitații reduse și are un grad de impermeabilizare de valoare 3. Nivelul de zgomot transmis la interior este de 25 dB, izolația fonică fiind adecvată. Temperatura transmisă la interior este între $16-26 \text{ }^\circ\text{C}$, cu transmitanța pereților de $0,60 \text{ W}/\text{m}^2\text{K}$. Calitatea apei este acceptabilă: ICA 65. Are spațiu de depozitare pentru deșeuri.
- *Facilități*
 - Are suprafața utilă de aproximativ 190 m^2 , racorduri la sistemele de alimentare cu energie electrică, apă și canalizare. Clădirea are sistem de încălzire prin pardoseală, are instalație parțială de A/C și nu are un sistem de ventilație specific. Locuința este accesibilă și persoanelor cu dizabilități și nu are sisteme de detecție, semnalizare și stingere a incendiilor, dar are pereți și tavane rezistente la foc (90 - 120 min).
- *Finisaje*
 - Pardoseala este din beton placată cu materiale ceramice, calitatea 3 pe o scară de la 0 la 10. Tavanele au finisaje superioare, calitatea 5 pe o scară de la 0 la 10, iar pentru pereți s-au efectuat zugrăveli superioare, calitatea 4. Ferestrele sunt prevăzute cu deschidere interioară și cu funcție de înclinare, iar ușile sunt din PVC. Sunt montate jaluzele interioare, nu există covoare, iar echipamentele de bucătărie sunt complete (chiuvetă, mașină de spălat, mașină de spălat vase, frigider, plită, hota, cuptor și microunde, uscător și congelator).

Centralizarea rezultatelor este dată în tabelul reprezentat în figura 3, iar rezultatele pot fi transpuse și sub forma unui grafic, conform figurii 4, în care se poate observa influența fiecărui factor față de valoarea medie obținută. Se pot îmbunătăți astfel coeficienții luând măsuri în zonele deficitare, ușor observabile pe grafic, crescând astfel valoarea indicelui de sănătate a locuinței.



Indexul de sănătate a locuinței (HHI)														
Locația		Făgăraș										Data	28.04.2022	
Factor <i>i</i>		Subfactorul <i>j</i>		1.1	1.2	1.3	1.4	1.5					Total	
Nr.	Descriere	Coef. infl. α	Descriere	Locație	ICA	Z. Clima	Orientare	Radon						
1	Amplasamentul	0,20	Coef. β de influență	15 %	35 %	10 %	25 %	15 %					100 %	
			Evaluare Cij	8,0	10,0	6,0	9,0	7,0					8,6	
Factor <i>i</i>		Subfactorul <i>j</i>		2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	Total	
Nr.	Descriere	Coef. infl. α	Descriere	Nr. Bai	Nr. grupuri sanitare	Nr. Dormitoare	Camera de zi	Sufragerie	Terasă	Bucatarie	Spălătorie	Cămară		
2	Compartimentare	0,20	Coef. β de influență	20 %	15 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %	5 %	100 %	
			Evaluare Cij	9,0	5,0	9,0	3,0	3,0	3,0	7,0	7,0	7,0	6,1	
Factor <i>i</i>		Subfactorul <i>j</i>		3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	3.10	Total
Nr.	Descriere	Coef. infl. α	Descriere	Băi principale	Grupuri sanitare	Dormitoare	Cameră de zi	Sufragerie	Terasa	Bucatarie	Spălătorie	Cămară	Înălțimea	
3	Suprafață	0,20	Coef. β de influență	5 %	5 %	20 %	10 %	10 %	15 %	10 %	15 %	5 %	5 %	100 %
			Evaluare Cij	7,0	7,0	8,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	5,0	8,4
Factor <i>i</i>		Subfactorul <i>j</i>		4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7			Total	
Nr.	Descriere	Coef. infl. α	Descriere	Ventilație	Iluminat	Umiditate	Zgomot	Temp.	Apă	Deseuri				
4	Parametrii interiori ai camerei	0,25	Coef. β de influență	20 %	10 %	15 %	15 %	10 %	25 %	5 %			100 %	
			Evaluare Cij	5,0	7,0	6,0	5,0	7,0	7,0	5,0			6,1	
Factor <i>i</i>		Subfactorul <i>j</i>		5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	5.6	5.7	5.8	5.9	5.10	Total
Nr.	Descriere	Coef. infl. α	Descriere	Electricitate	Rezerva de apă	Evacuarea apei	Încălzire	Răcire	Ventilație	Telecom. și informatică	Automatizare	Accessib.	Prevenire incendii	
5	Facilități	0,10	Coef. β de influență	15 %	15 %	10 %	15 %	10 %	10 %	10 %	5 %	5 %	5 %	100 %
			Evaluare Cij	7,0	5,0	6,0	7,0	3,0	7,0	1,0	1,0	5,0	5,0	5,1
Factor <i>i</i>		Subfactorul <i>j</i>		6.1	6.2	6.3	6.4	6.5	6.6	6.7	6.8	6.9	Total	
Nr.	Descriere	Coef. infl. α	Descriere	Podole	Tavane	Pereti	Ferestre	Uși	Protec. radiații	Covoare	Echipeamente bucătărie			
6	Finisaje	0,05	Coef. β de influență	15 %	10 %	15 %	5 %	5 %	15 %	15 %	20 %		100 %	
			Evaluare Cij	7,0	7,0	7,0	7,0	9,0	7,0	7,0	7,0		7,1	
Total		1,00											HHI	0,69

Figura 3. Centralizarea punctajelor pe fiecare factor și sub-factor, cu ponderile și coeficienții de influență.

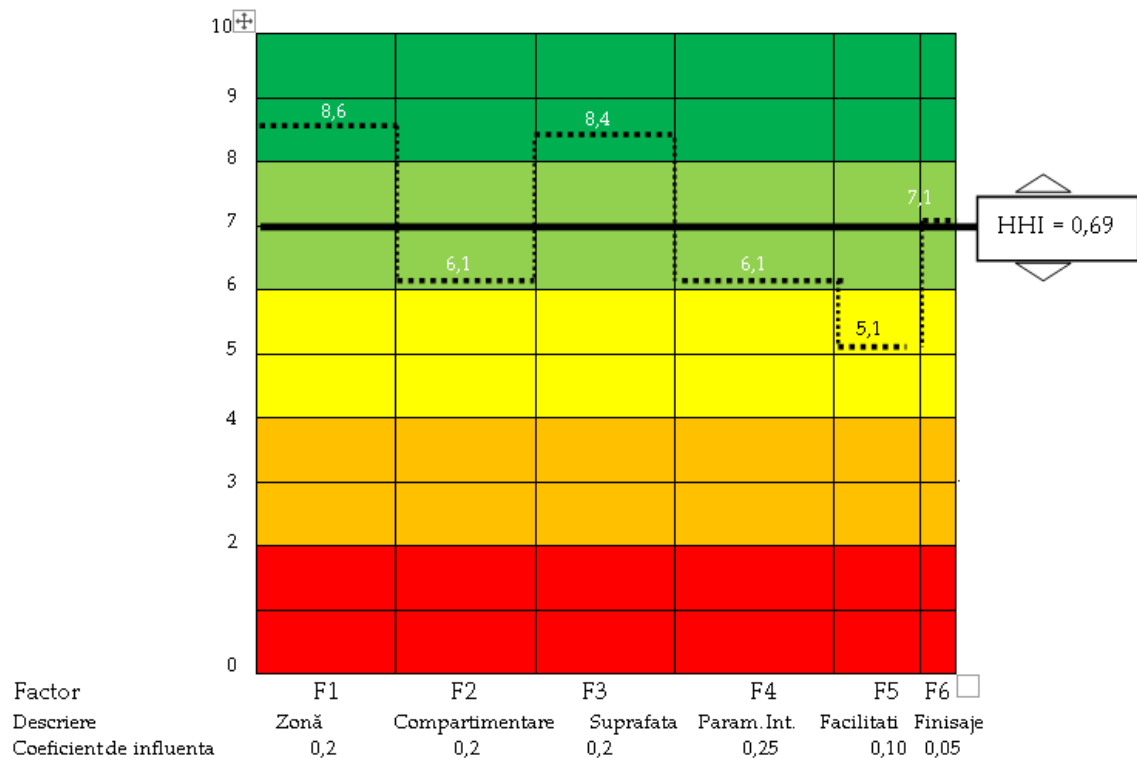


Figura 4. Graficul valorilor HHI.



4. Concluzii

Înțelegerea impactului pe care construcțiile îl au asupra sănătății umane, precum și adoptarea unor soluții ingineresti simple, pot crea premisele realizării unor locuințe și a altor spații de desfășurare a unor activități umane mai sigure și mai sănătoase.

Pentru acest lucru sunt necesare, printre altele:

- respectarea regulilor igienice de exploatare a locuinței, ceea ce va crea condiții favorabile de trai, un stil de viață mai bun, excluderea factorilor ambientali de risc și va permite păstrarea și fortificarea stării de sănătate;
- realizarea unor construcții cu funcțiuni, dimensiuni, caracteristici tehnico-economice, dotări, etc adaptate scopului urmărit și numărului de persoane care le vor folosi;
- promovarea și diseminarea informațiilor despre rolul locuinței sigure și sănătoase, la nivel național și internațional;
- implicarea tuturor actorilor (instituții de învățământ, mediul privat și administrativ, etc) în promovarea participării active pentru a include și menține măsuri care favorizează sănătatea construcțiilor;
- asigurarea unui sistem de formare și instruire pentru profesioniștii din domeniul construcțiilor în vederea dobândirii de competențe în proiectarea de locuințe sănătoase.

BIBLIOGRAFIE

1. Friptuleac G., *Igiena locuintei si problemele de sanatate*, ISBN 978-9975-82-022-6, Chișinău, 2016.
2. Bonnefoy X. *Inadequate housing and health: an overview*. International journal of environment and pollution, **30**(3-4), 411-429 (2007).
3. Evans G. W., McCoy J. M. *When buildings don't work: The role of architecture in human health*. Journal of Environmental psychology, **18**(1), 85-94 (1998).
4. Eurostat – Statistici europene.
5. World Health Organisation, Europe.
6. BIMhealthy - Housing as a strategy for health promotion from an intersectoral and multi-disciplinary approach - 2019-1-ES01-KA203-065060, <https://bimhealthy.eu/>.
7. <https://www.calitateaer.ro/>
8. Ordinul nr. 386/2016 pentru modificarea și completarea Reglementării tehnice "Normativ privind calculul termotehnic al elementelor de construcție ale clădirilor", indicativ C 107-2005, aprobată prin Ordinul ministrului transporturilor, construcțiilor și turismului nr. 2.055/2005.
9. Laboratorul de Încercări Radon „Constantin Cosma” – LiRaCC, Universitatea Babeș-Bolyai, Cluj-Napoca, <https://ceram.centre.ubbcluj.ro/liracc/>



Plăci plane circulare

Autor/autori

Avram N. Lavinia Nicoleta¹, Berci G. Anuța Ancuța²

¹Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Cluj Napoca, avram.lavinia@gmail.com

²Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Cluj Napoca, berci_ancuta@yahoo.com

Îndrumător/îndrumători

Conf. Dr. Ing. Mihai NEDELCU³

Șef lucr. Dr. Ing. Teodora Besoiu⁴

³Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Cluj Napoca,
mihai.nedelcu@mecon.utcluj.ro

⁴Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Cluj Napoca,
Teodora.BESOIU@mecon.utcluj.ro

REZUMAT: *Lucrarea prezintă o comparație între o metodă analitică și o metodă numerică în cazul analizei liniare a plăcilor plane circulare subțiri rigide cu sau fără gol interior sub diverse condiții de încărcare/rezemare. În cazul metodei analitice se utilizează coordonate polare iar ca necunoscută principală s-a ales deplasarea verticală a plăcii. Soluția ecuației diferențiale a plăcilor se compune din soluția ecuației diferențiale omogene și din soluția particulară. Prima soluție se află impunând condițiile la limită în funcție de rezemări, iar a doua soluție se obține direct pe baza încărcării, geometriei și a rigidității la încovoiere. Starea de deformație și eforturi se compară cu cea obținută în urma modelărilor într-un program comercial de calcul structural.*

Cuvinte cheie

Plăci plane, circulare, inelare, MEF, deplasare transversală, coordonate polare.

1. Introducere

Plăcile plane circulare și inelare sunt utilizate pe scară largă în inginerie, atât la construcții civile, rezervoare, cât și la structuri aerospațiale, maritime, nucleare etc. Studiul comportării acestora sub acțiunea sarcinilor transversale se realizează în coordonate polare. Astfel, ecuația cu derivate parțiale a plăcilor plane în coordonate polare se obține ținând seama de legătura cunoscută dintre perechile de coordonate: $x = r \cdot \cos\theta$; $y = r \cdot \sin\theta$; $r = \sqrt{x^2 + y^2}$; $\theta = \arctg \frac{y}{x}$. Aceste relații definesc un punct aparținând planului median al plăcii. Prin urmare, expresia laplaceanului în coordonate polare se scrie:

$$\nabla^2 = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} = \frac{\partial^2}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \cdot \frac{\partial^2}{\partial \theta^2} \quad (1)$$

iar ecuația plăcilor plane devine astfel:

$$\nabla^2 (\nabla^2 w) = \nabla^4 w(r, \theta) = \left(\frac{\partial^2}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \cdot \frac{\partial^2}{\partial \theta^2} \right) \cdot \left(\frac{\partial^2 w}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial w}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \cdot \frac{\partial^2 w}{\partial \theta^2} \right) = \frac{p(r, \theta)}{D} \quad (2)$$

unde $w(r, \theta)$ reprezintă deplasarea transversală, $p(r, \theta)$ intensitatea sarcinii transversale uniform distribuite, $D = \frac{E \cdot h^3}{12 \cdot (1 - \mu^2)}$ rigiditatea la încovoiere a plăcii, E modulul de elasticitate a plăcii, h grosimea plăcii și μ coeficientul lui Poisson.[1]

În această lucrare se va studia starea de solicitare axial simetrică, care se obține dacă sarcina transversală și rezemarea pe contur sunt simetrice față de centrul plăcii O, iar suprafața mediană deformată a plăcii circulare sau inelare reprezintă o suprafață de rotație în raport cu axa Oz. Ecuația cu derivate parțiale a plăcilor plane circulare și inelare va depinde doar de variabila r, devenind:

$$\nabla^4 w(r) = \left(\frac{d^2}{dr^2} + \frac{1}{r} \cdot \frac{d}{dr} \right) \cdot \left(\frac{d^2 w}{dr^2} + \frac{1}{r} \cdot \frac{dw}{dr} \right) = \frac{p(r)}{D} \quad (3)$$

Expresiile eforturilor secționale sunt:

$$M_r = -D \left(\frac{d^2 w}{dr^2} + \mu \frac{1}{r} \frac{dw}{dr} \right); \quad M_\theta = -D \left(\frac{1}{r} \frac{dw}{dr} + \mu \frac{d^2 w}{dr^2} \right); \quad (4)$$

$$T_r = R_r = -D \frac{d}{dr} \left(\frac{d^2 w}{dr^2} + \frac{1}{r} \frac{dw}{dr} \right); \quad T_\theta = R_\theta = 0. [2]$$

Soluția generală a ecuației diferențiale de ordinul patru, de tip Euler este compusă din soluția generală a ecuației omogene și o soluție particulară a ecuației diferențiale neomogene, care depinde de tipul încărcării transversale $p(r)$.

$$w(r) = C_1 + C_2 \ln r + C_3 r^2 + C_4 r^2 \ln r + \frac{pr^4}{64D} \quad (5)$$

Constantele de integrare se determină din condițiile la limită în funcție de tipul de rezemare, astfel în cazul plăcilor plane inelare se pot pune patru condiții la limită, două pe fiecare contur fiind suficiente pentru determinarea necunoscutelor. În cazul plăcilor plane circulare cele două condiții la limită nu mai sunt suficiente, adăugându-se alte două condiții în centrul plăcii ($r=0$). [1]

2. Analiza plăcilor plane

Pentru calculul analitic s-a utilizat programul Matlab R2022a, iar pentru analiza numerică plăcile s-au modelat în SAP2000 v23, program bazat pe Metoda Elementelor Finite (MEF), discretizarea adoptată fiind de 0.15 m pentru toate cazurile. În continuare sunt prezentate rezultatele obținute pentru cazuri diferite de rezemare și încărcare a plăcilor plane.

2.1. Plăci plane circulare

Caracteristicile plăcii plane circulare sunt: raza $a=3$ m, grosimea $h=0.15$ m, coeficientul lui Poisson $\mu = 0.2$, modulul de elasticitate $E=3 \times 10^7$ kN/m², acționată de o forță $p=15$ kN/m².

2.1.1. Placă plană circulară simplu rezemată pe contur, acționată de o sarcină uniform distribuită

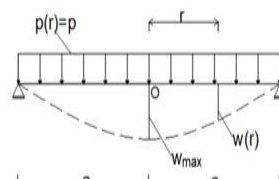


Figura 1. Schema statică a plăcii circulare.

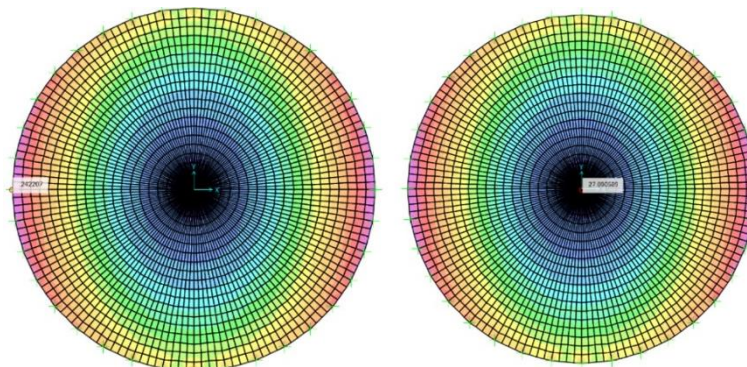


Figura 2. Momentul încovoietor M_r : numeric (SAP): a) pe contur, b) în centrul plăcii.

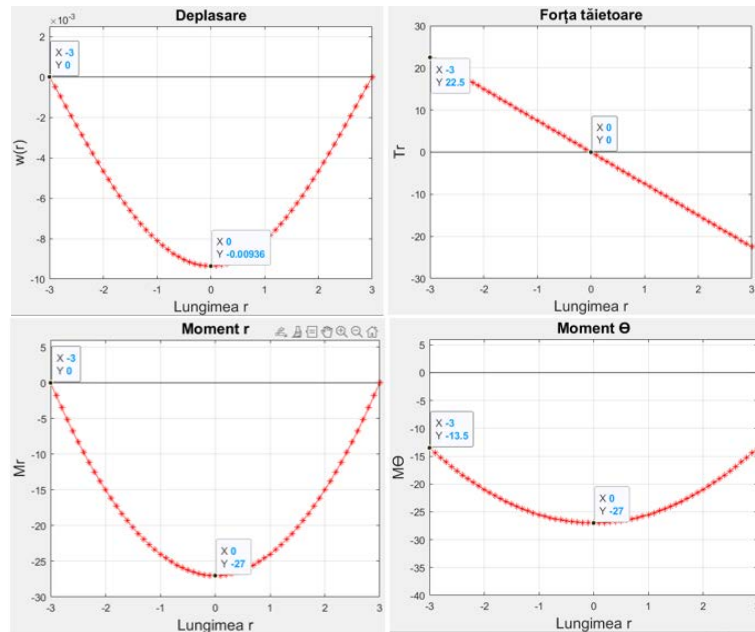


Figura 3. Rezultate analitice (Matlab): $w(r)$, T_r , M_r , M_θ .

Tabelul 1. Comparație rezultate SAP și MATLAB.

		Contur		Centru		Diferența [%]	
		SAP	MATLAB	SAP	MATLAB	Contur	Centru
Deplasare w	[mm]	0	0	9.38	9.36	0.00	0.21
Moment M_r	[kNm]	0.24221	0	27.09059	27	-	0.33
Moment M_θ	[kNm]	13.53665	13.5	27.09059	27	0.27	0.33
Forță tăietoare T_r	[kN]	22.54383	22.5	0.0000014	0	0.19	-

2.1.2. Placă plană circulară încadrată pe contur, acționată de o sarcină uniform distribuită

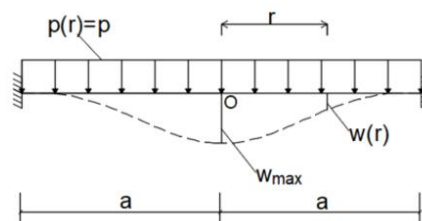


Figura 4. Schema statică a plăcii circulare.

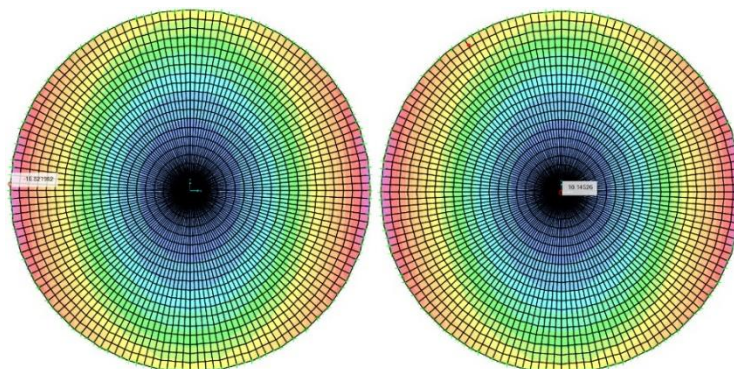


Figura 5. Momentul încovoietor M_r : numeric (SAP): a) pe contur, b) în centrul plăcii.

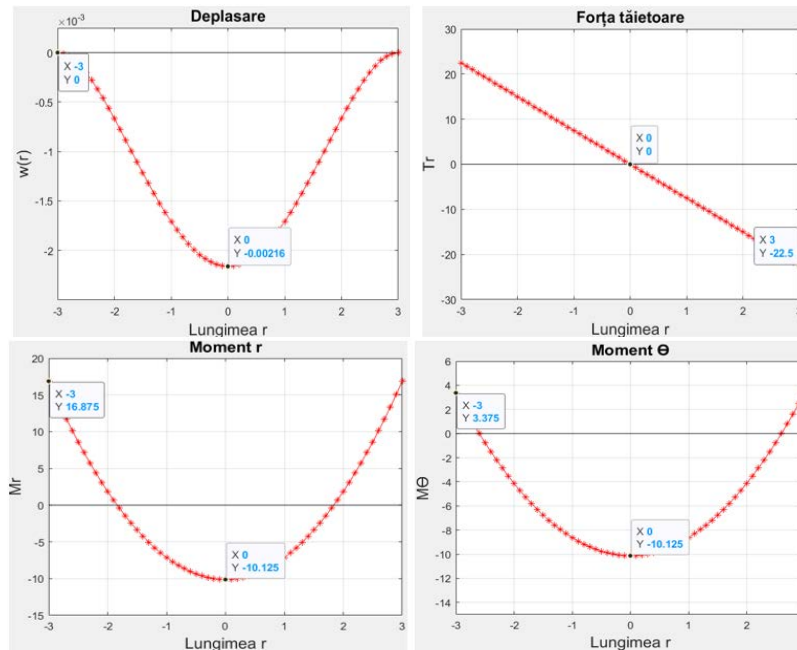


Figura 6. Rezultate analitice (Matlab): $w(r)$, T_r , M_r , M_θ .

Tabelul 2. Comparație rezultate SAP și MATLAB.

	Contur		Centru		Diferența [%]	
	SAP	MATLAB	SAP	MATLAB	Contur	Centru
Deplasare w [mm]	0	0	2.14	2.16	0	0.93
Moment M_r [kNm]	16.8220	16.8750	10.1453	10.1250	0.31	0.20
Moment M_θ [kNm]	3.3597	3.3750	10.1453	10.1250	0.45	0.20
Forță tăietoare T_r [kN]	0	0	22.5125	22.50	0	0.06

2.1.3. Placă plană circulară încadrată pe contur, acționată de o forță concentrată în centru

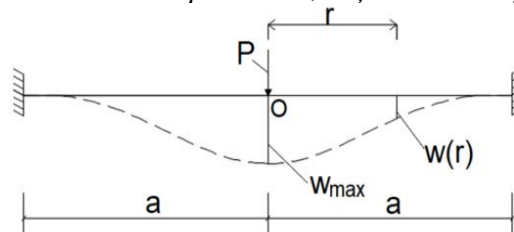


Figura 7. Schema statică a plăcii circulare.

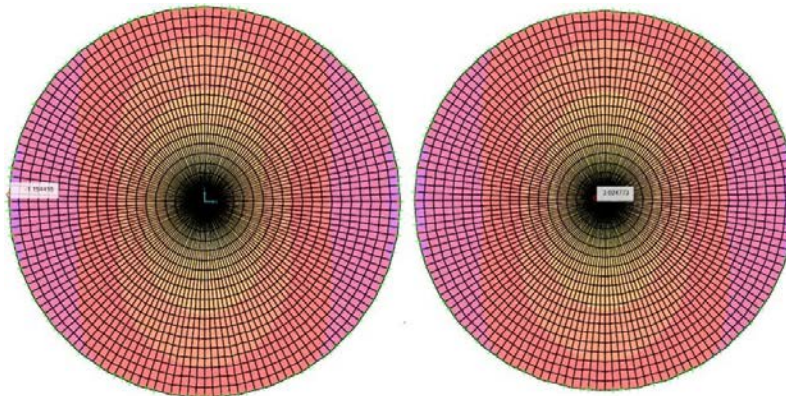


Figura 8. Momentul încovoiător M_r : numeric (SAP): a) pe contur, b) la 0,15 m față de centul plăcii.

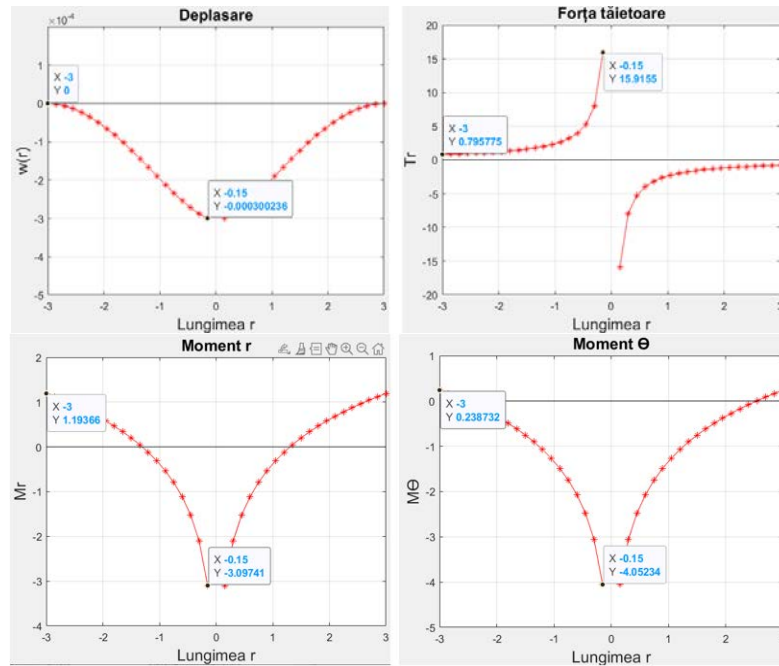


Figura 9. Rezultate analitice (Matlab): $w(r)$, T_r , M_r , M_θ .

Tabelul 3. Comparație rezultate SAP și MATLAB.

	Contur		La 0.15 m de centru		Diferența [%]	
	SAP	MATLAB	SAP	MATLAB	Contur	La 0.15 m de centru
Deplasare w [mm]	0	0	0.298	0.3	0	0.74
Moment M_r [kNm]	1.1944	1.1937	3.0248	3.0974	0.06	2.35
Moment M_θ [kNm]	0.2292	0.2387	3.9413	4.0523	3.99	2.74
Forță tăietoare T_r [kN]	0.802	0.7958	15.1483	15.9155	0.78	4.82

2.2. Plăci plane inelare

Caracteristicile plăcii plane inelare sunt: raza exterioară $a=3$ m, raza interioară $b=1$ m, grosimea $h=0.15$ m, coeficientul lui Poisson $\mu = 0.2$, modulul de elasticitate $E=3 \times 10^7$ kN/m², acționată de o forță $p=15$ kN/m².

2.2.1. Placă plană inelară simplu rezemată pe conturul exterior și liberă pe cel interior, acționată de o sarcină uniform distribuită p

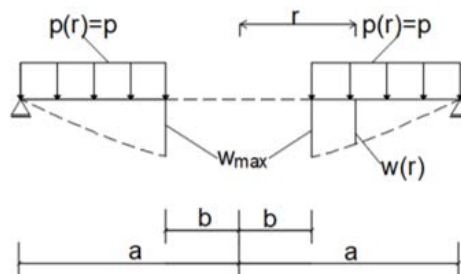


Figura 10. Schema statică a plăcii inelare.

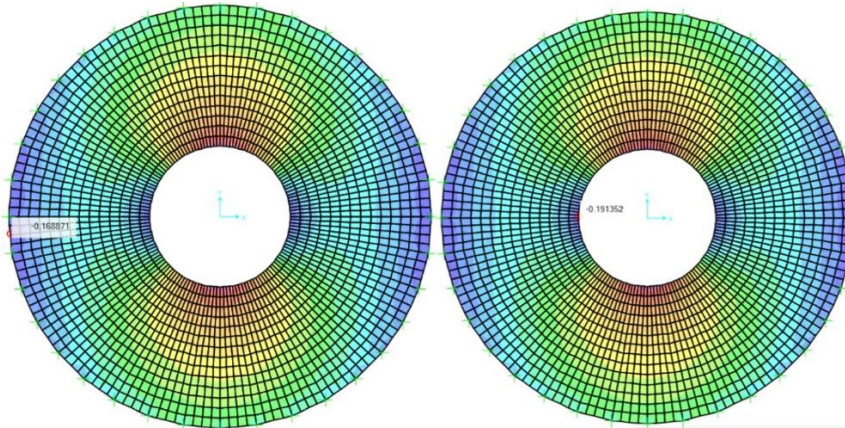


Figura 11. Momentul încovoietor M_r : numeric (SAP): a) pe conturul exterior, b) pe conturul interior.

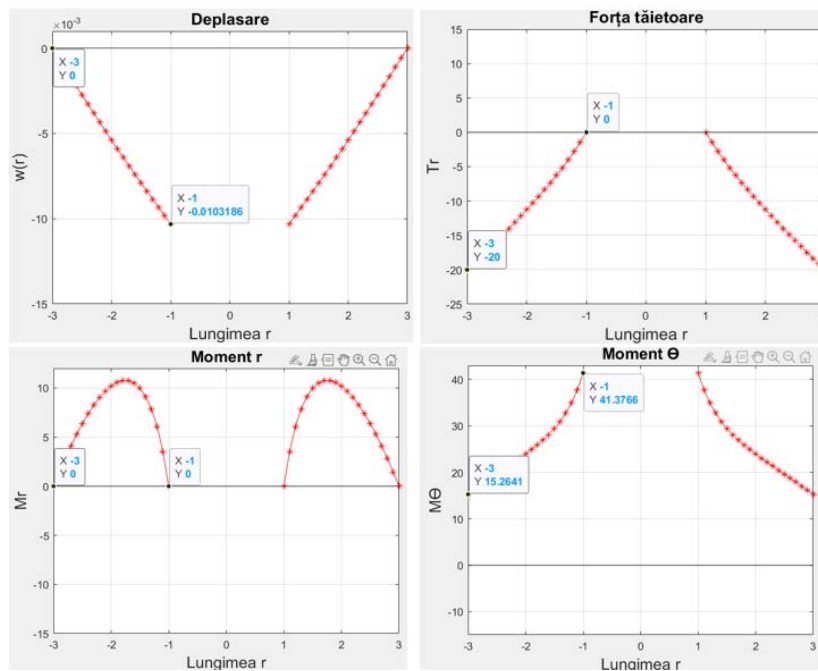


Figura 12. Rezultate analitice (Matlab): $w(r)$, T_r , M_r , M_θ .

Tabelul 4. Comparație rezultate SAP și MATLAB.

	Exterior		Interior		Diferența [%]	
	SAP	MATLAB	SAP	MATLAB	Exterior	Interior
Deplasare w [mm]	0	0	10.34	10.32	0	0.21
Moment M_r [kNm]	0.1689	0	0.1914	0	-	-
Moment M_θ [kN]	15.2563	15.2641	40.7901	41.3766	0.05	1.42
Forță tăietoare T_r [kN]	20.0484	20	0	0	0.24	0

2.2.2. Placă plană inelară încastrată pe conturul exterior și liberă pe cel interior, acționată de o sarcină uniform distribuită p

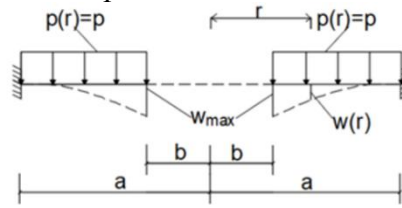


Figura 13. Schema statică a plăcii inelare.

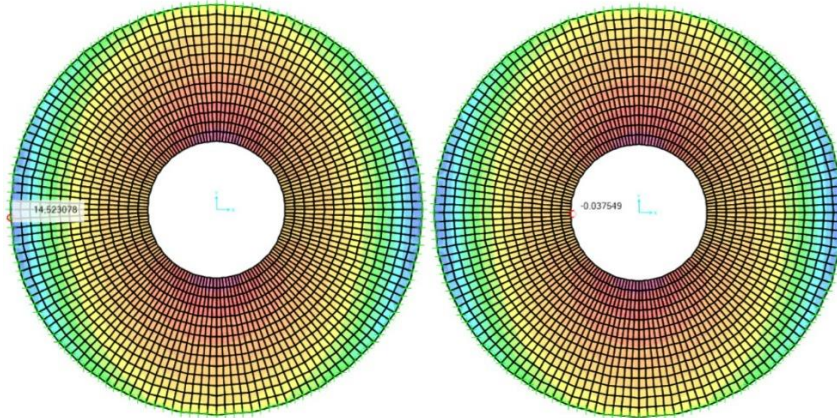


Figura 14. Momentul încovoietor M_r : numeric(SAP): a) pe conturul exterior, b) pe conturul interior.

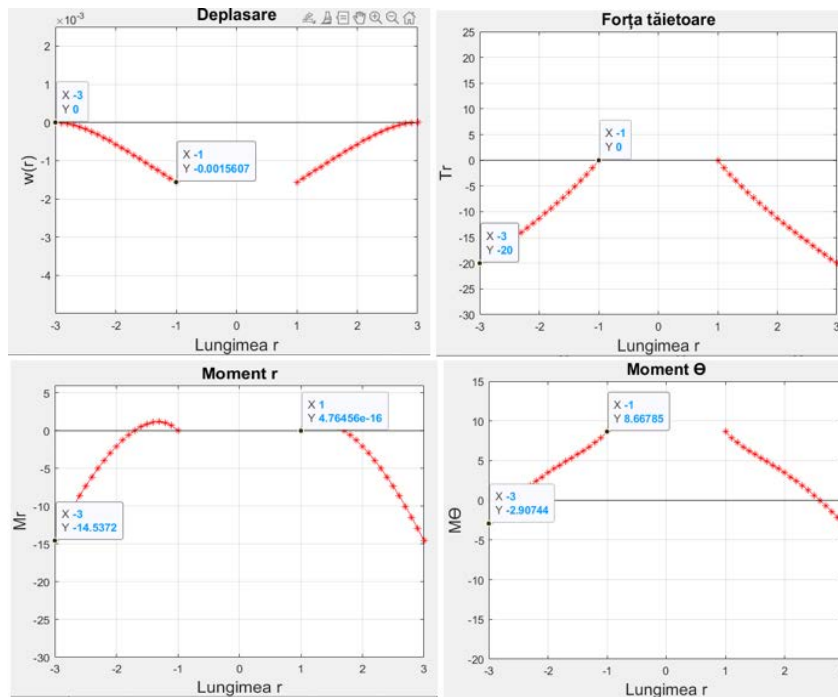


Figura 15. Rezultate analitice (Matlab): $w(r)$, T_r , M_r , M_θ .

Tabelul 5. Comparație rezultate SAP și MATLAB.

		Exterior		Interior		Diferența [%]	
		SAP	MATLAB	SAP	MATLAB	Exterior	Interior
Deplasare w	[mm]	0	0	1.55	1.56	0	0.69
Moment M_r	[kNm]	14.5231	14.5372	0.0375	0	0.10	-
Moment M_θ	[kNm]	2.9183	2.9074	8.6906	8.6679	0.37	0.26
Forță tăietoare T_r	[kN]	20.4796	20	1.2728	0	2.34	-



În cazul rezolvării acestei probleme, constantele de integrare au fost deduse prin impunerea condițiilor la limită atât pe conturul exterior cât și pe cel interior astfel rezultând un sistem de 4 ecuații, având ca necunoscute principale cele 4 constante de integrare. În urma rezolvării sistemului rezultă:

$$C_1 = \frac{-a^2 p \left((16 \ln a) \ln \frac{b}{a} - 14 + (a^2 + b^2) (\ln a (12 + 4\mu(4 + \mu)) + \mu(8 + 3\mu) - 11 + a^4(5 - 4\mu - \mu^2)) \right)}{64D(a^2 + b^2)(\mu^2 - 1)} - \frac{a^2 p (b^4 \mu(-4 - 2\mu + \ln a(-\ln a(16\mu + 32) - 16 + 4\mu) + \ln b \ln a(32 + 16\mu) - 8\mu + 8))}{64D(a^2 + b^2)(\mu^2 - 1)};$$
$$C_2 = \frac{a^2 b^2 p (a^2(\mu + 3) - b^2((4 + 4\mu) \ln \frac{a}{b} + \mu + 3))}{16D(a^2 + b^2)(\mu - 1)};$$
$$C_3 = \frac{-p((\mu + 3)(a^4 + b^4) + 4b^4 \ln b(1 + \mu) - 2a^2 b^2(3 + \mu + 2 \ln a(1 + \mu)))}{32D(a^2 + b^2)(\mu + 1)};$$
$$C_4 = \frac{-b^2 p}{8D}.$$

(6)

Unde: “a” reprezintă raza exterioară a plăcii, “b” raza interioară, “p” încărcarea, “D” rigiditatea la încovoiere a plăcii, “μ” coeficientul lui Poisson, toți acești termeni fiind cunoscuți.

3. Concluzie

În prezenta lucrare s-au analizat plăcile plane circulare și inelare atât din punct de vedere analitic (Matlab) cât și numeric (SAP) comparându-se în final valorile obținute privind deplasările și eforturile. Metoda Elementelor Finite este o metodă aproximativă iar rezultatele depind foarte mult de discretizarea introdusă de către utilizator. Diferențele obținute sunt neesențiale, acuratețea rezultatelor datorându-se modelării cât mai reale a plăcilor, mărimea elementului finit fiind de 0.15 m în toate cazurile analizate.

Singura diferență majoră se poate observa în cazul forței tăietoare la placa plană inelară încastrată pe conturul exterior și liberă pe cel interior, acționată de o sarcină uniform distribuită p. În acest caz, constantele de integrare necesare în calculul deplasării și al eforturilor au fost deduse analitic din condițiile pe contur.

BIBLIOGRAFIE

1. Marțian, I., *Teoria elasticității și plasticității pentru constructori*, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, 1999.
2. C. Bia, V. Ilie, M.V. Soare, *Rezistența materialelor și teoria elasticității*, Editura Didactică și Pedagogică, 1983.
3. A.M.Ioani, M.Nedelcu, *Theory of Elasticity*, Ed. U.T.PRESS, Cluj-Napoca, 2014.



Țiglă solară Tesla – o alternativă la acoperișurile tradiționale

Autor

A.I STANAGUI

¹Facultatea de Construcții, anul III, Universitatea „Ovidius” din Constanța, , [e-mail: stanaguialin@yahoo.com](mailto:stanaguialin@yahoo.com) .

Îndrumător/îndrumători

Șef.Lucr.Dr.Ing.G.DRAGHICI

¹Facultatea de Construcții, Universitatea „Ovidius” din Constanța, [e-mail: gddraghici@gmail.com](mailto:gddraghici@gmail.com).

REZUMAT: Referatul prezintă modul de funcționare al unui acoperiș solar Tesla, componentele, beneficiile și alcatuirea acestuia. De asemenea în referat am prezentat și un studiu de caz, efectuat pe un proiect de casă care ne arată cât de eficient este acest acoperiș.

Cuvinte cheie

Energie solară, acoperiș, electricitate, Tesla.

1. Introducere – noțiuni introductive despre plăcile solare

Tesla a lansat cea mai nouă versiune a panourilor sale de acoperiș.[1] Versiunea 3 a țiglelor solare Tesla oferă multe îmbunătățiri în design. Una dintre cele mai mari victorii pe care oamenii din industrie le recunosc este accesibilitatea. În comparație cu versiunea anterioară, țiglele vin adesea cu până la 40% mai mici decât au fost anterior.

Panourile solare pentru acoperișuri Tesla sunt comparabile cu țiglele care ar fi instalate în mod tradițional pe un acoperiș. Țiglele solare urmăresc îndeaproape plăcile de acoperiș în proiectarea și instalarea lor. De aceea trebuie să recunoașteți aceste plăci solare ca fiind sistemul dvs. de acoperiș, în loc să fie doar o completare la acoperișul dvs. existent. Panourile solare tradiționale sunt montate pe un acoperiș existent, în timp ce plăcile solare de la Tesla sunt de fapt tot ce aveți nevoie pe acoperișul dumneavoastră.



Fig.1 Casa cu acoperiș solar Tesla [1]



Un acoperiș solar funcționează în esență în același mod ca sistemele fotovoltaice tradiționale montate pe acoperiș. Lumina soarelui este convertită în electricitate DC la fiecare modul individual. Modulele individuale sunt conectate în serie folosind cablaje de diode pentru a forma un „șir” complet PV. Una sau mai multe șiruri se conectează în paralela un invertor de șir obișnuit pentru a converti puterea în AC. Deoarece Solar Roof are o amprentă mai mică decât panourile solare tradiționale, Tesla poate fi capabil să adauge mai mult solar pe acoperișul dvs. - lucrând în jurul orificiilor de ventilație, luminatoarelor sau altor obstacole. Acest lucru ajută la maximizarea cantității de energie solară pe care o poate produce acoperișul tău.

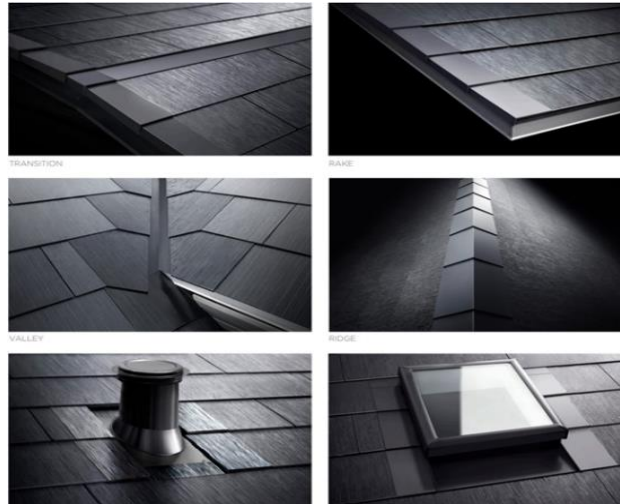


Fig.2 Obstacole in acoperis [1]

Este cu siguranță un mod diferit de a face lucrurile și nu așa au fost concepute inițial panourile solare să funcționeze. Oferă noi valuri de inovație și oportunități. În plus, mulți dintre proprietarii de case chiar nu le place aspectul panourilor solare de pe acoperiș. Ei le consideră extrem de neatrăgătoare și urâte. Făcând panourile solare mai atrăgătoare, este dificil să recunoașteți diferența dintre țiglele solare și alte acoperișuri din țiglă, mai ales de la distanță.



Fig.3 Alcatuirea unui acoperis solar [2]



1.1 Arhitectura electrica

Conform Tesla, fiecare modul Solar Roof produce aproximativ 14 VDC la putere maximă. Curentul matricei este limitat la aproximativ 6 ADC. Puterea provine de la fiecare modul și este colectată de cablajul diodelor. Tensiunea din cablajul diodelor este limitată la maximum 600 VDC între conductoarele de sub toate condiții. Potențialul de tensiune dintre fiecare conductor și împământare este de 0 VDC (nominal) sub condiții normale de funcționare. (Fig.4 și Fig.5)

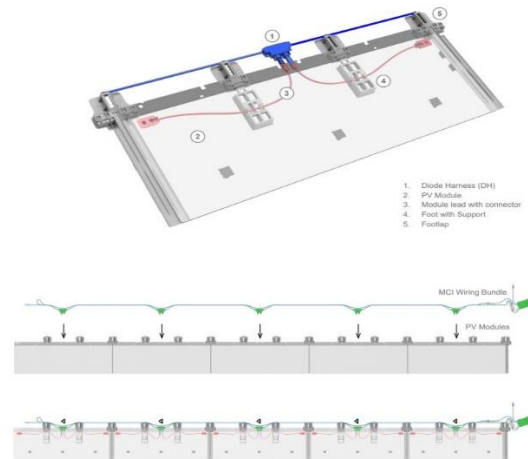


Fig.4 Modul solar roof [2]

În continuare se prezintă un exemplu de matrice fotovoltaică cu 3 unități MCI

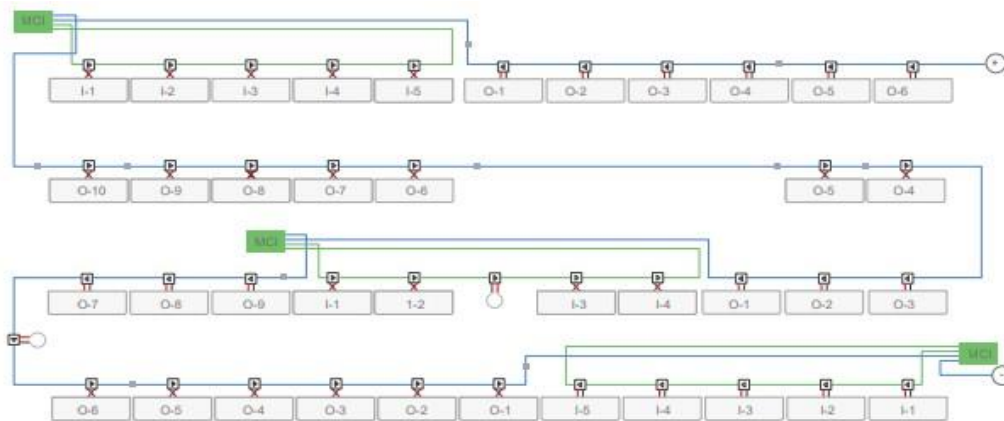


Fig.5 Matrice fotovoltaică [2]

Echipa Tesla se ocupă de proiectarea și instalarea întregului sistem solar de țiglă. Primul pas al procesului începe cu proiectarea sistemului pentru acoperișul pe care este instalat. După ce se stabilește numărul de panouri și orientarea acestora, acoperișul existent va fi îndepărtat din



locuință. În timpul demontării acoperișului, echipa efectuează toate reparațiile necesare structurii, astfel încât noul acoperiș să reziste mulți ani de acum înainte.

După ce vechiul acoperiș este îndepărtat, va fi instalat și pregătit un nou acoperiș și izolat cu o folie din cauciuc. (Fig.6) Acest material creează o barieră pentru ploaie și alte ape care trec de plăcile solare. Gândește-te la asta ca la o plasă de siguranță. După ce cauciucul este instalat, plăcile solare sunt așezate pe acoperiș și instalate.



Fig.6 Hidroizolație din cauciuc [1]

Toate celelalte elemente ale sistemului de energie solară sunt, de asemenea, necesare. Aceste elemente includ invertore de putere care conectează puterea la casa ta. De acolo, ai putea lua în considerare utilizarea unui pachet de baterii solare pentru a stoca energia. Un Tesla Powerwall ar putea fi lucrul perfect pentru a duce nevoile de energie ale casei tale la un nivel aproape complet durabil.

Powerwall este un sistem de baterii reîncărcabile de acasă conceput pentru a maximiza independența energetică a casei tale. Aceasta înseamnă o rezervă fără întreruperi și o amprentă de carbon mai mică pentru casa dvs. și posibil economii la factura de energie electrică. Powerwall este un sistem inteligent care poate fi personalizat în funcție de nevoile dvs. de energie, cu capacitatea de a se încărca de la solar, astfel încât energia să fie întotdeauna disponibilă la cerere.

Când rețeaua se stinge, energia solară va continua să alimenteze casa și să vă încarce Powerwall. Cu Storm Watch activat, Powerwall poate comunica cu Serviciul Meteorologic Național și poate acorda prioritate încărcării în așteptarea vremii severe.

Powerwall vă oferă posibilitatea de a stoca energie pentru o utilizare ulterioară și funcționează cu energia solară pentru a oferi securitate și beneficii financiare cheie. Fiecare sistem Powerwall este echipat cu monitorizare a energiei, contorizare și comenzi inteligente pentru personalizarea proprietarului folosind aplicația Tesla. Sistemul învață și se adaptează la utilizarea energiei de-a lungul timpului și primește actualizări over-the-air pentru a adăuga noi funcții și a le îmbunătăți pe cele existente.



Fig.7 Powerwall [2]

Tesla se laudă cu niște specificații uimitoare pentru plăcile solare și ne place ceea ce înseamnă pentru proprietarii de case. Aplicația Tesla vă permite să vă gestionați produsele Tesla de oriunde. Oferind o vedere cuprinzătoare a ecosistemului dvs. energetic, aplicația Tesla vă ajută să monitorizați operațiunile de zi cu zi și să înțelegeți fluxul de energie din casa dvs.



Fig.8 Aplicația Tesla pentru acoperiș solar [2]

2. Prezentarea studiului de caz

Costul plăcilor solare poate fi oarecum comparabil cu cel al unui sistem tradițional de acoperiș. Fiecare proiect are un preț pentru fiecare metru pătrat de acoperiș de care casa ta are nevoie. În unele situații, plăcile solare nu vor fi necesare pe întregul acoperiș din cauza umbririi.



Iată o comparație a costurilor. Vă vom oferi o scurtă descriere a costului pentru o casă cu două etaje de 400 mp din Constanta, cu o factură medie de electricitate de 500\$ pe lună. (sursa:....) Costul instalării unui acoperiș solar Tesla pe o casă ca aceasta ar fi de aproximativ 67.000\$, care cuprinde un sistem de tigle solare de 6.88 kW in valoare de 41.300\$ si doua baterii de 18.000\$ pentru stocarea energiei. Acest sistem are o eficiența de 104%, ceea ce înseamnă că va susține consumul energiei.



Fig.9 Proiect casa

Tesla Solar Roof este singurul acoperiș de pe piață care poate ajuta să se achite singur în timp. Preluăți controlul asupra facturii dvs. lunare de electricitate utilizând energia produsă de sistemul dvs. solar pentru a vă alimenta casa.

3. Concluzii

Acoperișul Tesla Solarglass este un acoperiș frumos și durabil care, de asemenea generează energie curată. Tigla de acoperiș producătoare de energie de la Tesla nu se pot distinge vizual de plăcile care nu produc energie, creând o soluție de energie solară fără egal din punct de vedere estetic. Combinația de plăci producătoare de energie și non-energetice permite ca acoperișul din sticlă solară să fie integrat funcțional și personalizabil la o varietate de forme și dimensiuni de acoperișuri.

În acest moment, acoperișul Tesla este poate puțin prohibitiv pentru piața din România. Dezvoltarea mea personală și dobândirea cunoștințelor de profil, de specialitate, mă vor ajuta să aprofundez cercetarea pentru compararea soluțiilor de acoperiș pentru o construcție și alegerea soluției optime.

BIBLIOGRAFIE

1. <https://www.tesla.com/solarroof>
2. https://tesla-cdn.thron.com/static/0t3g2p_1551589-00-b_solar_roof_owner_s_manual_bnfjso.pdf?xseo=&response-content-disposition=inline%3bfilename%3d%22solar-roof-owners-manual-en-us.pdf%22
3. <https://solarroof.cool/tesla-solar-roof-photos-aesthetics-stats-specs>

SALTTower: Conceptul arhitectural și sustenabil al unui turn cu structură rezistentă seismic

Autor/Autori

Andrei G. MUREȘAN¹, Sabina-Anna R. NIȚULESCU², Larisa-Sînziana G. POPA³

¹Facultatea de Arhitectură și Urbanism, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Cluj Napoca,
Muresan.Gr.Andrei@student.utcluj.ro

²Facultatea de Arhitectură și Urbanism, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Cluj Napoca,
Nitulescu.Ra.Sabina@student.utcluj.ro

³Facultatea de Arhitectură și Urbanism, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Cluj Napoca,
Popa.Gh.Larisa@student.utcluj.ro

Îndrumător/Îndrumători

Șef lucr. Dr. Arh. Paul-Mihai MOLDOVAN

Facultatea de Arhitectură și Urbanism, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca
paul.moldovan@arch.utcluj.ro

REZUMAT:

Lucrarea are ca scop proiectarea unui turn de 19 etaje în orașul Salt Lake City, Utah, respectând condițiile date de regulamentul concursului anual „Seismic Design Competition2”. Pe lângă analiza structurii, realizarea unei machete de balsa și studiul geotehnic, concursul presupune și crearea unei arhitecturi potrivite contextului ce se încadrează în normele sustenabilității. Clădirea este amplasată în centrul orașului, fiind o zonă multifuncțională și complexă, devenind astfel un punct de atracție. Silueta construcției este generată de structură, fiind împărțită pe 3 zone distincte de arii diferite, ce formează o îngustare în partea de mijloc. Prin arhitectură se dorește evidențierea structurii, silueta acesteia citindu-se și din exterior. La nivel de sustenabilitate, s-a dorit aducerea în prim plan a cadrului natural prin utilizarea sării, fiind un material abundent în zona geografică respectivă. Urmărind costuri minime, dar și creând o fațadă inovativă, drept rame ale ferestrelor se vor folosi panouri printate 3D sau turnate, sigilate apoi cu ajutorul unui lipici organic ce nu va influența dezvoltarea acoperișurilor verzi propuse. Sarea își gasește locul și în straturile ferestrelor, care prin schimbarea stării de agregare joacă un rol important în climatizare. Turnul propus este dotat cu spații comerciale și rezidențiale precum și alte funcțiuni flexibile.

Cuvinte cheie Arhitectură, turn, sustenabilitate, sare

1.Introducere

Seismic Design Competition este un concurs anual de inginerie seismică organizat de Earthquake Engineering Research Institute 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(Fig.1). Seismic Design Competition 2022 este organizat în Salt Lake City, Utah. Orașul ales influențează construcția în privința aspectelor geotehnice și arhitecturale, fiind necesară stabilirea unui sit aflat în interiorul orașului, care impune la rândul său anumite constrângeri.

Din punct de vedere arhitectural, construcția simulează 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 necesită lucrul pe mai multe paliere de analiză: amplasament, concept arhitectural, sustenabilitate, funcțiuni și circulații, toate rezultând într-un proiect de arhitectură complex, cu posibilă aplicabilitate și cu aport valoros în fondul construit al orașului.

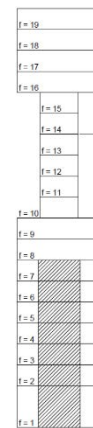


Fig.1- Forma structurii

2. Amplasament

Centrul orașului este o zonă complexă, diversă și multifuncțională, drept urmare amplasamentul propus este situat în partea de sud-est a districtului Salt Lake City Downtown, având în proximitate parcul Washington Square. Situl are acces direct la mijloacele de transport în comun, precum și privește către lanțul Munților Stâncoși, devenind un punct de atracție pentru viziunea clienților de a construi într-un oraș în plină dezvoltare (Fig.2).

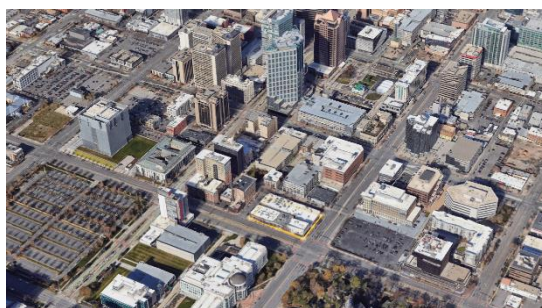


Fig.2- Amplasament

3. Concept arhitectural

Silueta structurii dată prin regulament în ediția de anul acesta constă într-un turn de 19 etaje, fiind format din 3 zone structurale distincte. Baza turnului reprezintă 9 etaje ce înconjoară un atrium central de 7 etaje înălțime, urmate mai apoi de 6 etaje de arie mică, care reprezintă îngustarea turnului la mijloc, succedate de alte 4 etaje de dimensiuni mari (Fig.3).

Pentru a evidenția forma atipică, s-a optat pentru un aspect aerisit pe partea îngustă, fără a îmbrăca întreaga structură în elemente de fațadă pline.

Având în vedere urbanismul ortogonal al orașului, arhitectura trebuie să reflecte la rândul ei acest caracter prin geometrie și fațadă.

Conceptul arhitectural cuprinde nu doar ordinea specifică a panoramei orașului, dar ține cont și de



Fig.3- Concept Arhitectural

cea mai bogată resursă naturală din zonă, respectiv sarea, considerată a fi un material de construcție transparent, inovator.

4. Sustenabilitate

Resursa de materie primă va fi asigurată din bazinele de sare din Great Salt Lake. Prin urmare, fațada va încerca să adopte cultura sustenabilă a orașului, folosind panouri de sare printate 3D, sau turnate, urmărind costuri minime alocate îmbrăcării construcției, dar eficiente și estetice. Aceasta tehnologie disruptivă care reimaginează arhitectura prin metode noi de construcție și cu cost redus, constituie principala temă de cercetare a biroului Emerging Objects. Ei s-au specializat în căutarea materialelor alternative, naturale, cu aplicabilitate reală în domeniul construcțiilor. Experimentele cercetărilor și rezultatele acestora sunt publicate în cartea “Printing Architecture: Innovative Recipes for 3D printing” [1], care a reprezentat baza lucrării noastre. Procesul de realizare a panourilor din sare este unul relativ simplu, prin amestecare sării, sub formă de pulbere, cu un liant organic uscat, compoziție care, în urma printării 3d de tip SLS (Selective Laser Sintering), se realizează prin topirea și sigilarea cristalelor de sare, creând astfel un obiect stabil din punct de vedere chimic și cu rezistență a materialului apropiată de cea a betonului. Prin acest proces inovativ de realizare a sării ca material stabil, acesta nu influențează și nu este influențat de mediul înconjurător, permițând astfel dezvoltarea naturală a plantelor de pe terasă și din jurul clădirii.

Acest material local se regăsește și în sistemul de geamuri ales, comportându-se ca un “phase change material” (Fig.4). Prin schimbarea stării de agregare cu ajutorul efectului de lupă dat de prima foaie de sticlă, stratul de sare va înmagazina căldură pe timpul zilei, eliberând-o mai apoi noaptea, fapt ce reduce considerabil costurile de încălzire a clădirii [2].

- 1- Panouri de sare imprimare 3D
- 2- Geam din sticlă
- 3- Strat reflectorizant
- 4- Geam din sticlă
- 5- Spațiu între geamuri
- 6- Geam din sticlă
- 7- Material cu schimbare de fază
- 8- Geam din sticlă

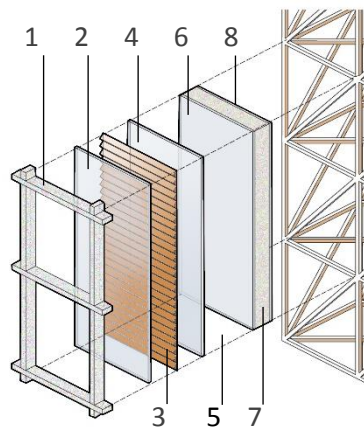


Fig.4- Sistem fațadă

Turnul beneficiază și de o fațadă cortină cu sticlă electrocromică ce oferă posibilitatea de a controla cantitatea de lumină naturală și căldură absorbită de clădire [3]. Aceasta poate funcționa și ca sistem de ventilație naturală sau de buffer [4].

Proiectul profită de forma dată de regulament, utilizând două noi principii de sustenabilitate prin atriumul ce asigură o ventilație pasivă, naturală a spațiilor de pe primele 7 niveluri [5] și prin

terasa înaltă, pornind odată cu nivelul 10 unde turnul își reduce secțiunea orizontală, care poate găzdui o grădină. Aceasta îmbunătățește calitatea aerului, absoarbe apele pluviale și protejează interiorul clădirii de frig și căldură excesivă [6].

5. Utilizare

Distribuirea funcțiilor în cadrul turnului a ținut cont atât de cerințele menționate în regulament, cât și de considerații seismice, accesibilitate și de calitatea spațiilor.

SALTTower urmărește să devină o clădire multifuncțională, având la ultimul nivel un restaurant premium Norma, deasupra celor trei etaje cu apartamente de lux, precedate de un hotel panoramic, toate în vârful unui magazin Nordstrom cu 7 etaje în jurul atriumului. Lobby-ul și restaurantul hotelului profită de grădina-terasă, care protejează clienții împotriva condițiilor de mediu, și de priveliștea oferită de parcul Washington Square și Munții Stâncoși.

În acest mod, proiectul reușește să obțină un design extrem de sustenabil, cu costuri reduse, în întregul său ansamblu, de la învelișul exterior, până la nucleul clădirii.

6. Concluzie

În această lucrare s-a urmărit demersul proiectării unui turn care îndeplinește condițiile date prin regulament. În urma stabilirii amplasamentului, s-a produs un set nou de restrângeri generate de împrejurări din care a rezultat o fațadă adaptată contextului. Pentru a reduce impactul asupra mediului, s-a folosit o materie primă abundentă în proximitatea orașului Salt Lake City, sarea. Aceasta a fost aplicată în straturile ferestrelor, pentru a păstra o temperatură optimă în interior, precum și printată 3d pentru a fi utilizată drept element de fațadă pe toată înălțimea turnului. Prin acest proiect s-a dorit o clădire multifuncțională cu o amprentă redusă de carbon, care devine un nou reper al orașului.

7. Bibliografie

- [1] Ronald Rael, Virginia San Fratello "Salt", în *Printing Architecture: Innovative Recipes for 3D printing*, (New York: Princeton Architectural Press, 2018), doi: 10.1080/20419112.2019.1589692.
- [2] Stephanié Bertrand, "The effects of transparent adaptive façade on energy and comfort performances in office buildings", (Teză de masterat, Université de Liège, 2019-2020), 20-21.
- [3] Thomas Edelmann et al., "Façade", *Detail*, Iunie 2021, 182-184.
- [4] Benjamin Brown, "An introduction to the design and application of double skin facades in North America", (Lucrare de licență, Cork Institute of Technology, 2016), 6-8.
- [5] Yomna saad ElGhazi, "Building Skins in the age of information technology", (Teză de masterat, Cairo University-Faculty of Engineering, 2009), 138-142.
- [6] Thomas Edelmann et al., "Sustainable Building", *Detail*, Iunie 2021, 176.



ROMANȚA TEILOR

Autori

Claudia-Andrada F.V. MUNTEANU^{1*}, Ștefania-Mădălina RUSU², Roxana-Andreea ȚÂMPU³

¹Facultatea de Construcții și Instalații, Universitatea Tehnică "Gheorghe Asachi", Iași, claudia-andrada.munteanu@student.tuiasi.ro

²Facultatea de Construcții și Instalații, Universitatea Tehnică "Gheorghe Asachi", Iași, stefania-madalina.rusu@student.tuiasi.ro

³Facultatea de Construcții și Instalații, Universitatea Tehnică "Gheorghe Asachi", Iași, roxana-andreea.tampu@student.tuiasi.ro

Profesor îndrumător

Prof. univ. dr. ing. Dorina-Nicolina ISOPESCU

Facultatea de Construcții și Instalații, Universitatea Tehnică "Gheorghe Asachi", Iași, dorina-nicolina.isopescu@academic.tuiasi.ro

Doctorand Patrick HEINEMANN

Facultatea de Construcții și Instalații, Universitatea Tehnică "Gheorghe Asachi", Iași

REZUMAT:

Pornind de la ideea apropierii omului de natură, am ajuns la concluzia că vechiul mod de a construi și de a întrebuința anumite spații cu scop recreativ ar trebui duse la cu totul alt nivel, unul cu totul nou, care să îi poată oferi acestuia libertatea după care tânjește printre aceste ziduri de beton ale orașelor mari. O construcție a cărui scop vine în ajutorul oamenilor dornici de a se exprima, de a trăi aproape de natură și care, să se transforme traptat într-un reper important al celor ce iubesc arta și frumosul, care să ofere siguranță și confort prin sustenabilitate. Un loc al diversității, în care să se poată desfășura diverse activități recreative, dar și culturale, precum cele de expoziție, dar și de vânzare. Prin acest proiect, dorim să demonstrăm că nimic nu este greu de realizat, mai ales dacă motivația de la baza sa se conturează în urma dragostei pentru natură.

Cuvinte cheie:

punte între trecut și viitor, libertate, loc al diversității,

INTRODUCERE:

DEZVOLTARE ȘI REGENERARE URBANĂ - următorii pași importanți în domeniul construcțiilor de viitor

Dezvoltarea și regenerarea urbană sunt concepte despre care se vorbește din ce în ce mai mult în ultimul timp, fiind consolidate pe referințe precum: materialele sustenabile, calitate și adaptarea unui stil de viață prietenos mediului înconjurător. Ce este acest concept și cum poate fi înțeles mai bine? Când vorbim de regenerare urbană ne referim la o *punte între trecut și viitor*, iar pentru a trece această punte, este nevoie de un efort colaborativ care implică viziune, persuasiune și multă răbdare, lucru în urma căruia putem afirma faptul că, fiecare locuitor al unui oraș este responsabil



la rândul său de de construirea acestei punți. Cele mai vizibile și de impact transformări urbane din România dețin nu întâmplător, cel mai ridicat nivel de satisfacție a locuitorilor față de viața urbană. Conform unui studiu realizat, în Cluj-Napoca, Oradea, Alba Iulia și Iași, gradul de satisfacție a locuitorilor depășește 90%. Aceasta este, de fapt, și definiția conceptului “*smart city*” - un oraș care se reinventează și în care se realizează procese de dezvoltare și regenerare urbană pentru *creșterea calității vieții cetățenilor*. [1] Sustenabilitatea este capacitatea unui sistem în care se pune accent pe menținerea unei anumite stări a sistemului în timp. Conceptul de „*dezvoltare sustenabilă*” se referă la un proces și subliniază schimbarea sau dezvoltarea. Mediul apare ca o realitate multidimensională care include nu numai natura, ci și activitățile și creațiile umane, omul ocupînd o dublă poziție: „*componentă*” a mediului și „*consumatorul*” sau beneficiarul mediului. De aceea, este important ca investițiile pentru acest tip de proiecte să se facă alături de specialiști și experți: ingineri constructori, arhitecți, urbanisti, peisagiști, oameni care înțeleg aceste intervenții și apreciază calitatea lor.

STUDIUL DE CAZ

INSPIRAȚIA, ARHITECTURA SUSTENABILĂ ȘI SCOPUL STUDIULUI

Sub diferite forme, conștient sau nu, omul a căutat asistență de la natură. Prin plasarea primei piatră în poziție verticală (Menhirul), oamenii preistorici au confirmat stabilitatea logică a copacului, care mai târziu a inspirat forma și poziția coloanelor templelor egiptene, grecești și mai târziu structura spațială a catedralelor gotice. Termenul de *arhitectură biomimetică* se referă la studiul și aplicarea principiilor de construcție care se găsesc în medii și specii naturale. Aceasta folosește natura ca model, măsură și mentor pentru furnizarea de soluții arhitecturale pe scări, care sunt inspirate de organisme naturale și care au rezolvat probleme similare în natură. Folosirea naturii ca *măsură* se referă la utilizarea unui standard ecologic de măsurare a durabilității și a eficienței inovațiilor create de om, în timp ce termenul de *mentor* se referă la învățarea din principiile naturale și utilizarea biologiei ca sursă de inspirație. [2]


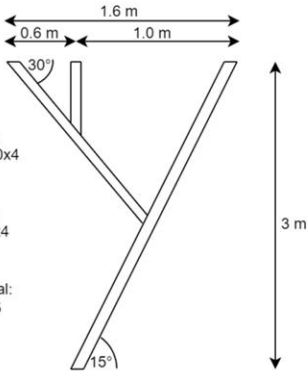


Arhitectura „*verde*” sau „*sustenabilă*” a evoluat și în România și în ultimii ani. Aceasta își propune să creeze spații sănătoase, luminoase, adaptate nevoilor utilizatorilor, flexibile în timp, care să contribuie pozitiv asupra educației viitorului. Un aspect principal îl reprezintă reducerea impactului negativ al fondului construit asupra mediului pe termen lung. Eforturile arhitecților pentru a face față schimbărilor climatice devin stringente începând cu proiectarea, mergând la execuție și la mentenanță. De exemplu, un material de construcție durabil este *lemnul*, care aduce numeroase beneficii pentru sănătate și conceptul de well-being. Lemnul a fost și continuă să fie un material de construcție ecologic, extrem de popular, deoarece este considerat regenerabil, fiind folosit de altfel de mii de ani. Oțelul este perfect sustenabil și în conformitate cu solicierea Comisiei Europene pentru crearea unei economii circulare care să conserve materialele și resursele. [3] Oțelurile elaborate azi sunt extrem de rezistente, rezultând structuri din ce în ce mai



ușoare. Spre exemplu, folosind mărcile și clasele de oțel disponibile în prezent, cu cantitatea inițială de oțel utilizată pentru a construi Turnul Eiffel, s-ar putea realiza trei Turnuri Eiffel. Fără oțel, structura clădirilor pierde din durabilitate și stabilitate, iar rezistența acestora se reduce în mod semnificativ, ceea ce poate pune în pericol multe vieți umane. De aceea, este necesar ca în construcții să se utilizeze oțel de cea mai bună calitate, dar și care să contribuie la aderarea modului ecologic și aici precizez preferința utilizării unui *oțel sustenabil*, cel realizat prin *metoda arcului electric*. Oțel care poate fi *reciclat*, susținând activ partea ecologică a proiectului. Schimbările climatice au pus mai multă presiune asupra creșterii performanței mediului construit, existent și viitor. Ca arhitecți, cu ajutorul tehnologiei, este necesar să ne imaginăm și să proiectăm cât mai bine viitoarele clădiri și orașe ale viitorului, să le monitorizăm și să evaluăm performanța, pentru a ajuta la anticiparea și prevenirea problemelor generate de mediu. Domeniile arhitecturii și construcțiilor au sarcina să creeze clădiri mai inteligente, mai eficiente și construite astfel încât să diminueze impactul asupra mediului, să reducă consecințele fenomenelor naturale (cutremure, inundații, variații de temperatură etc) și efectul schimbărilor climatice. Nu în ultimul rând, să creeze o stare de bine celor care le folosesc. [4]

Tabelul 1. Scopu studiului și proprietățile modelului numeric

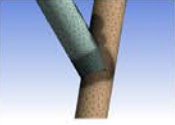
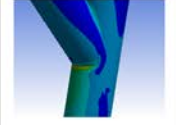
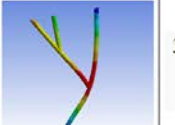
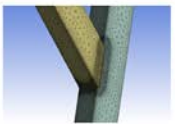
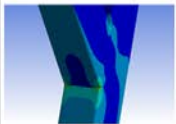
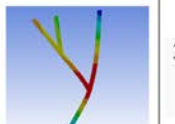
SCOPUL STUDIULUI	PROPRIETĂȚILE MODELULUI NUMERIC
	 <p>SHS: 100x100x4 mm</p> <p>CHS: 101.6x4 mm</p> <p>Material: S235</p>

* *CHS (Circular hollow sections)* - Secțiunea tubulară circulară a fost prima formă de secțiune goală. Folosit în mod obișnuit într-o gamă largă de domenii structurale, mecanice și de construcții.

** *SHS (Square hollow sections)* - Secțiunile tubulare pătrate sunt un alt tip popular de tub de oțel structural, care este un fel de mijloc între RHS și CHS în ceea ce privește atributele, aspectul și comportamentul structural. SHS are o suprafață plană care este, de asemenea, economică pentru îmbinare și sudură, cu linii curate și o pregătire minimă a marginilor necesară.

***S235 – Materialul stâlpului, tipul oțelului ales pentru acest proiect.

Tabelul 2. Secțiunile reprezentărilor și datele numerice proiectate

SECȚIUNE	REPREZENTARE			CAPACITATE PORTANTĂ max.	DEFORMAȚIE max.	OBSERVAȚII
SECȚIUNE TUBULARĂ CIRCULARĂ (CHS)				3,92 kN x 3 = 11,76 kN	2.7161 mm	- Secțiunea tubulară circulară are o rezistență la compresiune mai mare față de secțiunea tubulară pătrată.
SECȚIUNE TUBULARĂ PĂTRATĂ (SHS)				3,82 kN x 3 = 11,46 kN	1.658 mm	- Secțiunea tubulară are deformată max. mai mare față de cea tubulară cu o diferență de 1,0581.

CONCLUZII

CONTURUL UNUI VIS DEVENIT REALITATE PENTRU ARTIȘTI ȘI NATURĂ

Proiectul propune amplasarea unor module de atelier dedicate artiștilor plastici și artizani ieșeni, oamenilor a căror misiune este cea de dezvoltare culturală, de inovație, având locația stabilită pe malul stâng al râului Bahlui, în care să-și desfășoare activitățile creative și, de asemenea, să îndeplinească funcția de expoziție și vânzare. În afară de a beneficia de trecerea intensă, amplasarea se referă la conturarea unui spațiu care să marcheze caracterul tineresc al zonei, și care ar constitui pe viitor drept un reper. Soluția arhitecturală poate fi inclusă în stilul minimalismului și eco-regionalismului, cu finisaje din sticlă și lemn.



Proiectul propune amplasarea unor module de atelier dedicate artiștilor plastici și artizani ieșeni, oamenilor a căror misiune este cea de dezvoltare culturală, de inovație, având locația stabilită pe malul stâng al râului Bahlui, în care să-și desfășoare activitățile creative și, de asemenea, să îndeplinească funcția de expoziție și vânzare. În afară de a beneficia de trecerea intensă,



amplasarea se referă la conturarea unui spațiu care să marcheze caracterul tineresc al zonei, și care ar constitui pe viitor drept un reper. Soluția arhitecturală poate fi inclusă în stilul minimalismului

și eco-regionalismului, cu finisaje din sticlă și lemn. Construcțiile sunt vitrate pentru a maximiza



iluminarea și pentru a crea spații extrovertite care să invite pe cei care trec, delimitând astfel o locație plină de viață în inima orașului. Atelierele sunt organizate în module repetitive așezate pe malurile râului, în apropierea trotuarului. Au fost propuse doar două tipuri de module pentru o mai mare eficiență economică în procesul de construcție. Pentru a evita monotonia a fost propusă amplasarea modulelor într-o aranjare discontinuă. Punțile ample leagă modulele dintre ele și cu râul, creând premisele

pentru o gamă largă de activități și manifestări în aer liber.

Noaptea, lumini colorate sunt pentru a acoperi modulele, pentru a anima traseul și pentru a accentua caracterul de reper dorit de această înserare. Conceptul din spatele proiectului este *teiu*. Acest concept a fost folosit pentru forma elementelor de sprijin - coloane. Ca atare, structura de susținere a modulelor reproduce motivul baldachinului într-o formă modernă, sintetică. Acest model repetitiv expus are un dublu rol, acționând ca element structural și decor în același timp. Din punct de vedere conceptual, folosirea „*numărului de aur*” pentru raportul dintre dimensiunile pieselor în faza de proiectare a elementelor, a determinat, pe lângă rezultatul arhitectural, un comportament de alcătuire, pozitiv și favorabil la diferite combinații de sarcini. Lemnul statificat, materialele polimerice compozite armate cu fibră de carbon și oțelul sunt materiale de construcție moderne și performante, care asigură, în secțiuni cu dimensiuni geometrice mici, parametrii de rezistență necesari pentru capacitatea portantă a elementelor structurale.



LISTĂ DE REFERINȚE BIBLIOGRAFICE

<https://republica.ro/de-la-regenerarea-urbana-la-smart-cities>

https://wikicro.icu/wiki/Biomimetic_architecture

<https://letsdoitromania.ro/prezentul-si-viitorul-construcțiilor-sustenabile-dezbatut-de-participanții-prezenți-la-conferința-sustainable-buildings-a-step-into-the-future-organizată-de-idea-events/>

<https://dokumen.tips/documents/elaborarea-otelurilor-in-cuptoare-electrice-cu-arc.html>

<https://genexcom.ro/avantajele-lemnului-ca-material-de-construcție/>

<https://green-report.ro/despre-cladirile-sustenabile-si-avantajele-lor/>



Analiza conceptuală a unei structuri înalte din lemn de balsa la acțiunea seismului

Autor/autori

Attila B. SZASZ¹, Daniel B. GIURGIU², Bianca-Florina V. GLIGA³, Ioana M. POPESCU⁴

¹Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Cluj Napoca, Szasz.Be.Atila@student.utcluj.ro

¹Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Cluj Napoca, Giurgiu.Be.Daniel@student.utcluj.ro

²Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Cluj Napoca, Gliga.Va.Bianca@student.utcluj.ro

³Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Cluj Napoca, Popescu.Mi.Ioana@student.utcluj.ro

Îndrumător/îndrumători

Șef lucr. Dr. Ing. Bianca-Roxana MARTON

Șef lucr. Dr. Ing. Ovidiu PRODAN

Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Cluj Napoca

Ovidiu.Prodan@mecon.utcluj.ro

Bianca.Parv@mecon.utcluj.ro

REZUMAT: *Lucrarea are ca scop proiectarea unei clădiri înalte de 19 etaje, situată în orașul Salt Lake City din Statele Unite ale Americii, ținându-se seamă de seismicitatea zonei. 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 ale 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, seism, lemn Balsa, contravântuire, predicții

1. Introducere

Ca urmare a mișcărilor tectonice, faliile ce mărginesc zona orașului Salt Lake City (falia Warm Springs și East Bench) pot interacționa la mare adâncime, producând un seism cu o magnitudine de 7 pe scara Richter. Istoricul seismicității din statul Utah culminează cu un cutremur de magnitudine 5.7, produs la aproximativ 16 kilometri la vest de orașul Salt Lake City. 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.

Din punct de vedere al configurației, structura reprezintă o inovație: la primele 7 etaje, secțiunea centrală a clădirii va fi goală pentru a permite un atrium înalt, apoi, între etajele 11 și 15 va exista doar o secțiune centrală pentru a crea o terasă cu tavan înalt, iar ultimele 5 etaje vor avea o arie maximă.



2. Concept structural

Cel mai important criteriu care trebuie îndeplinit la clădirile înalte este reducerea deteriorării clădirii în cazul unui cutremur. Având în vedere geometria turnului, când este supus unui cutremur apare fenomenul de torsiune. Astfel, o structură dublu simetrică reprezintă o metodă viabilă pentru a preveni torsiunea. Centrul de rigiditate este localizat în aceeași punct cu centrul de masă, limitând rotirea.

Diferența de geometrie între nivelul 10 și 11 va genera o serie de dificultăți din punct de vedere structural. Astfel, pentru a preveni colapsul clădirii este nevoie de o distribuție egală a rigidității între aceste etaje; acest lucru realizându-se prin utilizarea eficientă a contravânturilor: diagonale duble în forma de „X” pentru toată partea de sus a corului central, iar pentru partea de jos a corului a fost utilizate același tip de contravânturi, dar în număr mai mic. Acestea sunt preferate datorită rezistenței lor atât la întindere, cât și la compresiune. Încărcările concentrate vor fi distribuite pe perimetrul clădirii (Figura 1.) pe care s-au folosit contravânturi simple extinse pe mai multe etaje, obținând o rigiditate liniară la fiecare etaj.

Totodată, o altă problemă structurală este cauzată de existența atriumului care presupune o schimbare a secțiunii corului central de-a lungul înălțimii întregii clădiri. Întreruperea stâlpilor corului necesită utilizarea unor stâlpi înclinați la trecerea dintre etajul 10 și 11 (Figura 2). De asemenea, pentru planuri s-au folosit atât elemente (Figura 3) care fac legătura cu stâlpii, cât și pentru compartimentare.

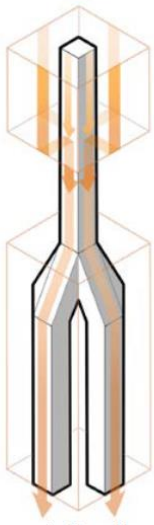


Figura 1.

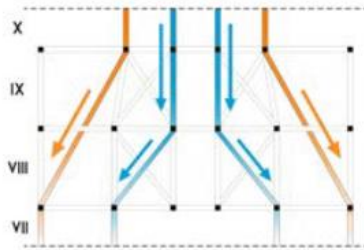


Figura 2.

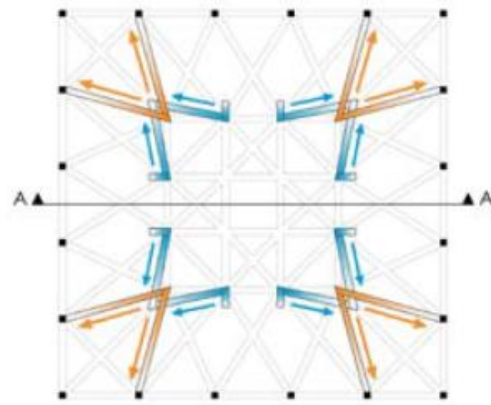


Figura 3.

3. Predicția comportamentului structural

Pentru a analiza comportarea structurii și determinarea răspunsului dinamic la cele două cutremure (GM1 și GM2), un model structural a fost creat în programul de analiză structurală SAP2000, iar pentru a obține răspunsul modal s-a efectuat o analiză de tip Time-History.

Rezultatele sunt influențate de diferiți parametri, precum modulul de elasticitate al materialului utilizat și amortizarea clădirii. Începând cu al patrulea etaj, structura este încărcată cu o forță uniform distribuită scalată ($p = 0.06 \text{ kN/m}^2$) din două în două etaje. O machetă la scară va fi realizată pentru a putea compara rezultatele obținute din programul de analiză structurală cu cele testate.



3.1. Prima iterație

La prima iterație s-au folosit valori globale pentru modulul de elasticitate și pentru amortizare, considerând așadar $E=4000 \text{ N/mm}$, iar amortizarea având o valoare de 5%. În urma analizei, programul de analiză structurală a generat o valoare a perioadei proprii aferente modului 1 de vibrație $T1=0.0813\text{s}$. Masa acestei structuri este de $m=590\text{g}$.

OutputCase	StepType Text	StepNum Unitless	Period Sec
MODAL	Mode	1	0.081291
MODAL	Mode	2	0.079304
MODAL	Mode	3	0.035128
MODAL	Mode	4	0.028799
MODAL	Mode	5	0.023427
MODAL	Mode	6	0.017642
MODAL	Mode	7	0.016309
MODAL	Mode	8	0.015591
MODAL	Mode	9	0.013868
MODAL	Mode	10	0.013222
MODAL	Mode	11	0.012791
MODAL	Mode	12	0.011913

Fig 4. Perioadele proprii in primele 12 moduri normale de vibrație

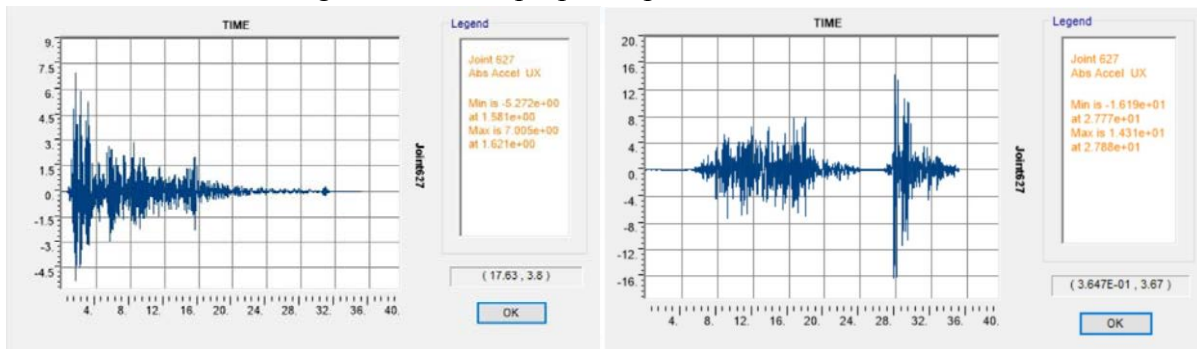


Figura 5 Seism 1. Accelerația absolută din din SAP2000 [m/s^2]

Fig.4 Seism 2. Accelerația absolută SAP2000 [m/s^2]

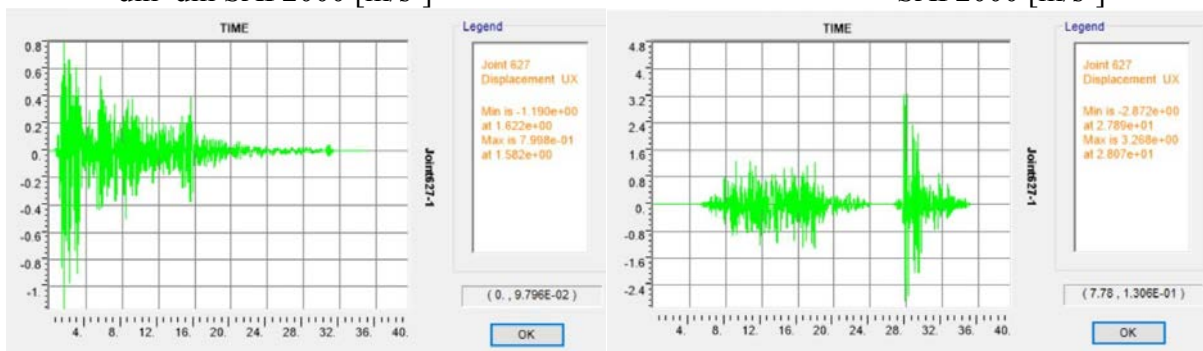


Fig.5 Seism 1. Deplasarea relativă la ultimul nivel- SAP2000 [mm]

Fig.6 Seism 2. Deplasarea relativă l ultimul nivel- SAP2000 [mm]

În timpul primului seism, accelerația maximă absolută la ultimul nivel obținută în SAP2000 este $a=0.713\text{g}$ și deplasarea maximă este 0.8mm . În timpul celui de al doilea seism, accelerația maximă absolută la ultimul nivel din SAP 2000 este $a=1.46\text{g}$ și deplasarea maximă de 3.3mm .

Conform celor menționate mai sus, profitul generat de clădire pe perioada unui an este de $352,408.16 \text{ \$}$.



TABEL CU VENIT MEDIU

Costul construcției pe an		Costul seismului pe an		VENIT FINAL ANUAL	
Cc	9383783.26	Cost echipament	15000000		560175.00
Ca	0.00	Recurența seismului 1	50	COSTUL CONSTRUCȚIEI FINAL	144237.83
Cost teren	5040000.00	Recurența seismului 2	300	COSTUL SEISMULUI FINAL	63529.00
Durata de viață	100.00	XD1	0.001354	VENITUL ANUAL FINAL	352,408.16
Costul construcției pe an	144237.83	AD1	0.068677	D = 5%	
		XD2	0.5	750000	
		AD2	0.5		
		mean μX [%]	1.5		
		standard σX [%]	0.5		
		mean μA [g]	1.75		
		standard σA [g]	0.7		
		Pierdere economică 1	1042869.13		
		Pierdere economică 2	12191891.63		
		Pierdere economică anuală 1	20857.38		
		pierdere economică anuală 2	42671.62		
Masa in grame (g)	590				
Masa in pounds (lbs)	1.300727347				

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 determinată prin încercări experimentale, prin aplicarea a 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 Seismo Signal. Programul va returna frecvența proprie a structurii. Astfel, având frecvența se va determina perioada experimentală 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 modulului de elasticitate $E = 1100 \text{ N/mm}^2$ 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 fundamental de vibrație $T_1 = 0.2 \text{ s}$. Masa acestei structuri este de $m = 385 \text{ g}$.

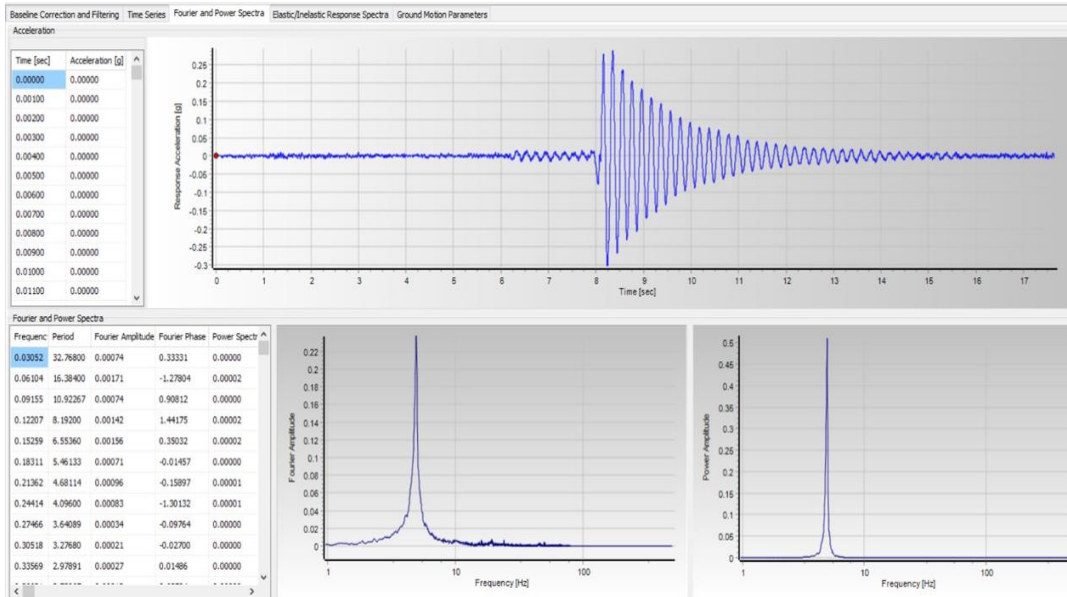


Fig.7 Aflarea frecvenței structurii din vibrații libere

OutputCase	StepType	StepNum	Unitless	Period	Sec
MODAL	Mode	1		0.202146	
MODAL	Mode	2		0.199102	
MODAL	Mode	3		0.083812	
MODAL	Mode	4		0.075787	
MODAL	Mode	5		0.070372	
MODAL	Mode	6		0.05773	
MODAL	Mode	7		0.056508	
MODAL	Mode	8		0.037343	
MODAL	Mode	9		0.032335	
MODAL	Mode	10		0.027997	
MODAL	Mode	11		0.026647	
MODAL	Mode	12		0.026022	

Fig.8 Perioadele proprii in primele 12 moduri normale de vibrație

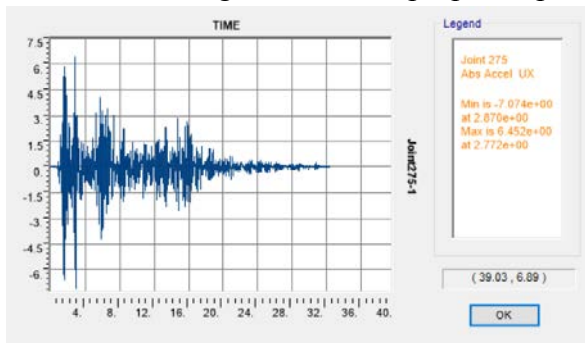


Fig.9 Seism 1. Accelația absolută din SAP2000 [m/s²]

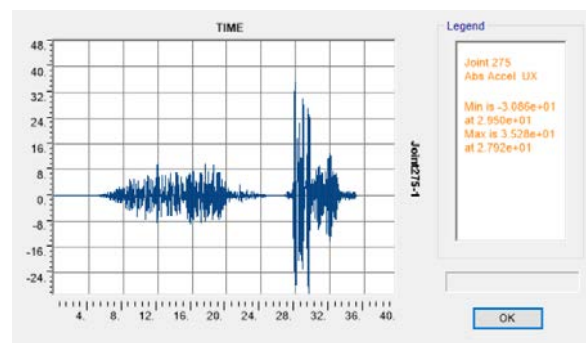


Fig.10 Seism 2. Accelația absolută din SAP2000 [m/s²]

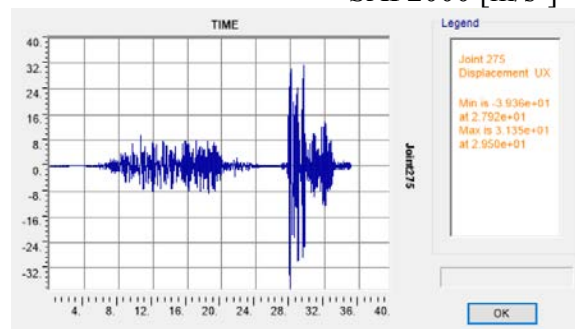
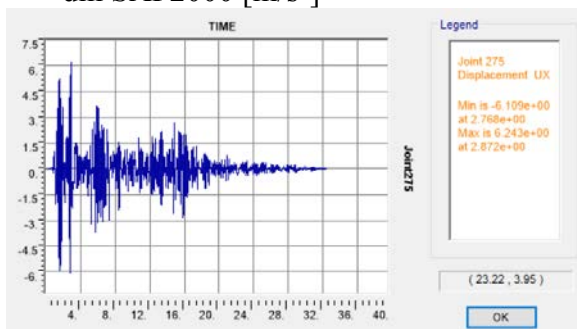




Fig.11 Seism 1. Deplasarea relativă la ultimul nivel- SAP2000 [mm]

Fig.12 Seism 2. Deplasarea relativă la ultimul nivel- SAP2000 [mm]

În timpul primului seism, accelerația maximă absolută la ultimul nivel din SAP2000 este $a=0.72g$ și deplasarea maximă este 6.1mm. În timpul celui de al doilea seism, accelerația maximă absolută la ultimul nivel din SAP2000 este $a=3.56g$ și deplasarea maximă de 39mm.

Conform celor menționate mai sus, profitul generat de clădire pe perioada unui an este de 374,712.22 \$

Costul construcției pe an		Costul seismului pe an		VENIT FINAL ANUAL	
Cc	7440853.99	Cost echipament	15000000	COSTUL CONSTRUCȚIEI FINAL	560175.00
Ca	0.00	Recurența seismului 1	50	COSTUL SEISMULUI FINAL	124808.54
Cost teren	5040000.00	Recurența seismului 2	300	VENITUL ANUAL FINAL	374,712.22
Durata de viață	100.00	XD1	0.001387	D = 5%	
Costul construcției pe an	124808.54	AD1	0.070588	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		
		Pierdere economică 1	1069137.05		
		Pierdere economică 2	11220427.00		
		Pierdere economică anuală 1	21382.74		
		Pierdere economică anuală 2	39271.49		
Masa in grame (g)			385		
Masa in pounds (lbs)			0.848779709		

3.3. A treia iterație

La a treia iterație s-au folosit valori astfel: pentru modulul de elasticitate $E=2000 \text{ N/mm}^2$, respectiv amortizare de 7%. În urma analizei, programul de analiză structurală a generat o valoare a perioadei proprii aferente modului fundamental de vibrație $T1=0.127s$. Masa acestei structuri este de $m=420g$.

OutputCase	StepType Text	StepNum Unitless	Period Sec
MODAL	Mode	1	0.127107
MODAL	Mode	2	0.124659
MODAL	Mode	3	0.058006
MODAL	Mode	4	0.054783
MODAL	Mode	5	0.052762
MODAL	Mode	6	0.036248
MODAL	Mode	7	0.035471
MODAL	Mode	8	0.022998
MODAL	Mode	9	0.02235
MODAL	Mode	10	0.019643
MODAL	Mode	11	0.018048
MODAL	Mode	12	0.01791

Fig.13 Perioadele proprii in primele 12 moduri normale de vibrație

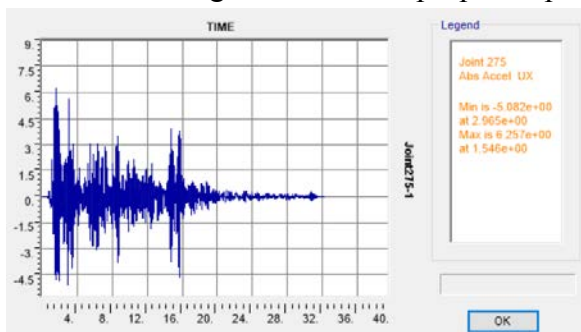


Fig.14 Seism 1. Accelerația absolută din SAP2000 [m/s²]

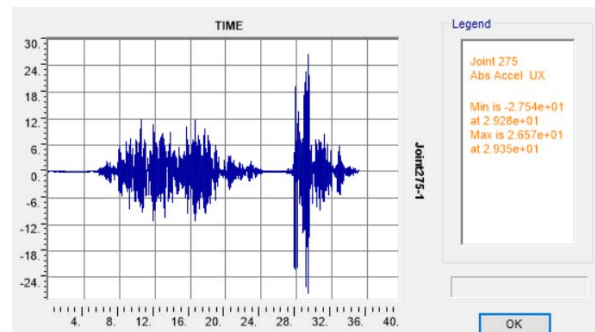


Fig.15 Seism 2. Accelerația absolută din SAP2000 [m/s²]

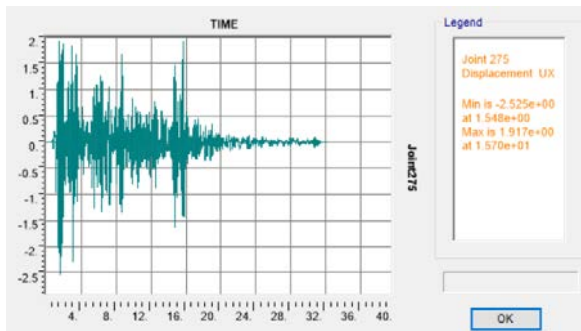


Fig.16 Seism 1. Deplasarea relativă la ultimul nivel- SAP 2000 [mm]

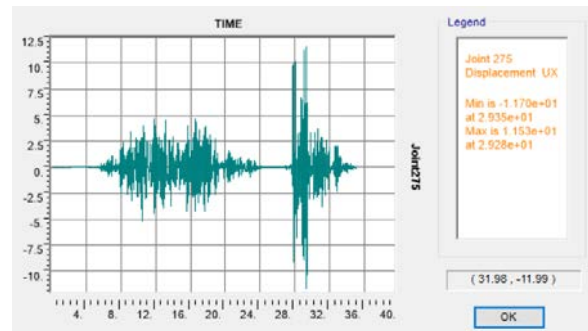


Fig.17 Seism 2. Deplasarea relativă la ultimul nivel- SAP 2000 [mm]

În timpul primului seism, accelerația maximă absolută la ultimul nivel din SAP 2000 este $a=0.64g$ și deplasarea maximă este 2.52mm. În timpul celui de al doilea seism, accelerația maximă absolută la ultimul nivel din SAP2000 este $a=2.98g$ și deplasarea maximă de 11.5mm.

Conform celor menționate mai sus, profitul generat de clădire pe perioada unui an este de 375,745.67 \$

Costul construcției pe an		Costul seismului pe an		VENIT FINAL ANUAL	
Cc	7714735.33	Cost echipament	15000000	COSTUL CONSTRUCȚIEI FINAL	127547.35
Ca	0.00	Recurența seismului 1	50	COSTUL SEISMULUI FINAL	56881.98
Cost teren	5040000.00	Recurența seismului 2	300	VENITUL ANUAL FINAL	375,745.67
Durata de viață	100.00	XD1	0.001365	D = 5%	
Costul construcției pe an	127547.35	AD1	0.056402	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		
		Pierdere economică 1	866559.67		
		Pierdere economică 2	11357367.66		
		Pierdere economică anuală 1	17131.19		
		pierdere economică anuală 2	39750.79		
Masa in grame (g)	420				
Masa in pounds (lbs)	0.925941501				

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. Comparația celor trei iterații

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 avea cel mai bun răspuns în cazul unui seism, alături de cel mai mare venit raportat pe 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]	590		385		420	
Accelerații [g]	0.713	1.46	0.72	3.56	0.64	2.98
Deplasări [mm]	0.8	3.3	6.1	39.0	2.5	11.5
Venit pe an [\$]	352,408.16		374,712.22		375,745.67	

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. "Moment Frames » Seismic Resilience". Seismicresilience.Org.Nz. Accessed 14 January 2022. <http://www.seismicresilience.org.nz/topics/superstructure/seismic-design-concepts/moment-frames/>.
3. EERI Student Leadership Council, *Nineteenth Annual Undergraduate Seismic Design Competition (SDC)*. Official Rules, 2021
4. EERI Student Leadership Council, *Nineteenth Annual Undergraduate Seismic Design Competition (SDC)*. Design Guide, 2021



Studiu comparativ între analiza structurală și încercări experimentale în cazul unei machete din lemn de balsă supuse la seism

Autor/autori

Irina-Maria N. STOIAN¹, Vasile-Mădălin V. CAZACU², Tudor-Anton C. LOMICOVSCI³

¹Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Cluj Napoca, stoian.ni.irina@student.utcluj.ro

²Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Cluj Napoca, cazacu.va.vasile@student.utcluj.ro

³Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Cluj Napoca, lomicovschi.cr.tudor@student.utcluj.ro

Îndrumător/îndrumători

Șef lucr. Dr. Ing. Ovidiu PRODAN⁴

Șef lucr. Dr. Ing. Bianca-Roxana MARTON⁵

⁴Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Cluj Napoca, Ovidiu.Prodan@mecon.utcluj.ro

⁵Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Cluj Napoca, Bianca.Parv@mecon.utcluj.ro

REZUMAT: *Lucrarea are ca scop realizarea unei machete din lemn balsă care va reproduce la o scară structura unei clădiri înalte de 19 etaje care trebuie să reziste unor cutremure corespunzătoare unei eventuale activități seismice violente din zona Salt Lake City. Clădirea trebuie să fie concepută în așa fel încât aceasta să asigure un venit anual cât mai mare. Printre factorii de influență ai acestuia se numără suprafața închirială, greutatea proprie, deplasarea și accelerația maximă de la varf. Structura este modelată într-un program de calcul structural (SAP 2000), unde este ulterior supusă unei analize time-history. Macheta executată va fi testată pe o masă vibrantă Quanser care va simula seismul dat în funcție de accelerograma cunoscută, iar cu ajutorul accelerometrului montat pe ultimul nivel al machetei se vor determina accelerațiile din vârf ale structurii. Cu ajutorul unui cod implementat în Matlab se vor determina rezultatele experimentale. Folosindu-se astfel aceste date concluzive, modelul din programul structural va fi calibrat astfel încât să se obțină o asemănare mult mai mare în rândul rezultatelor.*

Cuvinte cheie

Machetă, lemn de balsă, sistem structural, seism, deplasarea absolută, accelerația structurii

1. Introducere

Seismic Design Competition este un concurs de inginerie seismică, organizat în Statele Unite ale Americii, în cadrul conferinței Earthquake Engineering Research Institute, care revine și anul acesta, promovând în continuare studiul ingineriei seismice în rândul studenților de licență. Concursul presupune realizarea unei machete din lemn de balsă care simulează comportarea structurală a 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 promițător, se urmăresc câțiva parametri esențiali: greutatea structurii cât mai redusă, deplasarea și accelerația din vârf cât mai mici și spații închiriale cât mai mari. Aceasta este gândită ca o structură în cadre, contravântuită în mod eficient. Structura are 19 etaje și se concentrează în principal pe nucleul central al sistemului care va avea cel mai mare rol în preluarea încărcărilor seismice și transmiterea lor prin stâlpi mai departe către placa de bază, printr-un sistem de contravântuiri. Modelarea structurii s-a făcut în programul SAP2000, unde s-a ales o valoare medie a elasticității lemnului de balsă 2500 N/mm² pentru toată structura, dar și o amortizare de 5%. Totodată, este important de precizat că direcția seismului (nord-sud sau est-vest) nu este specificată, ci va fi selectată ulterior.



Astfel, cu scopul de a obține rezultate identice la testarea machetei în ambele direcții, s-a ales realizarea unei structuri dublu simetrice, care nu va cauza fenomenul de torsiune în timpul cutremurului.

2. Execuția machetei

Macheta care reproduce sistemul structural ales va fi compusa doar din lemn de balsa și lipici. Materialul impus provine de la un arbore tropical, este apreciat pentru faptul ca este foarte ușor și elastic. De asemenea, lipiciul are o elasticitate mare, iar acesta poate fi folosit doar pe suprafața de contact a îmbinărilor elementelor structurale. Macheta va fi încastrată în placa de bază, având dimensiunile de 18 in. x 18 in. și grosimea între 0,250 in. și 0,50 in., urmând ca aceasta să fie fixată pe masa seismică prin niște clești.

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 maxima a unui element tăiat este de 15 in., secțiunea transversală maximă fiind de 0.2 in pe 0.2 in.. (Figura 1) [1]

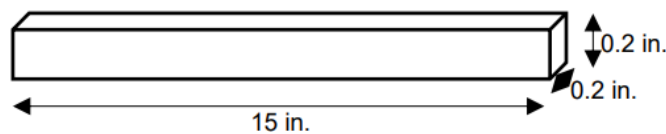


Figura 1. Dimensiunile maxime

Dimensiunile minime ale secțiunii transversale sunt de 0.09 in. pe 0.09 in.. (Figura 2) [2]

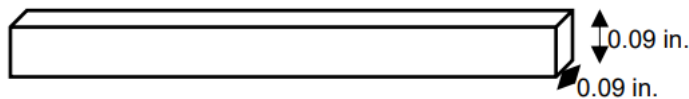


Figura 2. Dimensiunile minime

Pe de altă parte, nicio suprafața de contact nu trebuie să depășească 1 inch (2,54 cm) pe fiecare direcție de la centrul geometric al acesteia. Suprafața de contact este definită ca aria lipiturii a 2 elemente structurale în contact direct. Între aceste suprafețe trebuie să existe lipici. Două exemple de lipituri sunt prezentate în Figura 3 și Figura 4. [1]

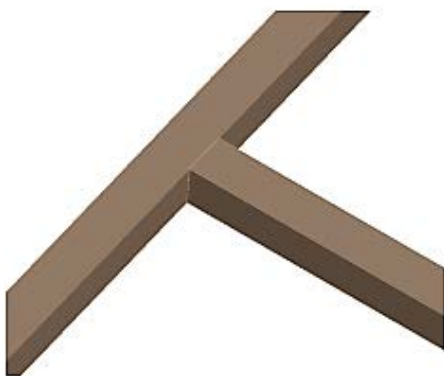


Figura 3. Conexiunea finalizată a două elemente (o suprafață de contact per element)

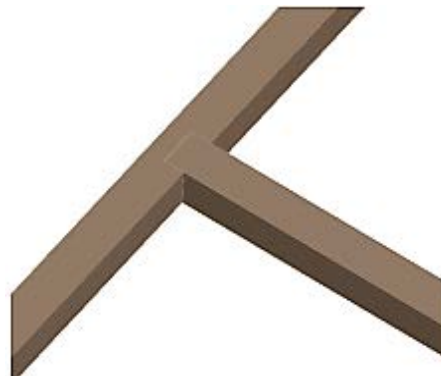


Figura 4. Conexiunea finalizată a două elemente (3 suprafețe de contact per element)



2.2 Șabloanele folosite

Pentru o acuratețe cât mai mare a execuției machetei s-au folosit numeroase șabloane tăiate la CNC. Un șablon este reprezentat de o placă PFL cu grosime egală cu 2,5 cm, pe care se gravează modelul structurii în funcție de tipul planului (orizontal sau vertical) la o adâncime de 1,25 mm. Procesul de realizare a șabloanelor a decurs în mai multe etape:

1. Importarea modelului din programul structural SAP2000 în programul de arhitectură Archicad, unde s-au generat modelele pentru șabloane;
2. Ajustarea grosimilor elementelor în program conform soluției structurale propuse și alegerea unor îmbinări optime între elemente, atât din punct de vedere structural, cât și din punct de vedere al execuției;
3. Stabilirea modului de asamblare;
4. Adăugarea unor toleranțe necesare de 0,5 mm șabloanelor pentru a face cât mai ușoară extragerea planurilor construite din șablon;

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, urmând ca după debitarea elementelor densitatea fiecărui element să fie verificat din nou cu ajutorul unui cântar de precizie (toleranța fiind de 0,01 grame). 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 mai dens.

Procesul execuției propriu-zise al machetei constă în: debitatul elementelor cu secțiunile transversale necesare; tăierea elementelor structurale cu ajutorul circularului după modelul unui șablon, însemnând implicit crearea unui mecanism pentru circular pentru eficientizarea tăierii identice a elementelor; lipirea elementelor pe șablon, urmând ulterior pașii propuși pentru asamblare. În funcție de tipul lipiturii, se vor folosi adezivi cu diferiți timpi de întărire. Asamblarea machetei se va efectua conform planului prestabilit.

Cu toate acestea, înainte de a se începe lipirea oricăror alte elemente structurale, având în vedere limitările concursului referitoare la lungimea maximă a unui element, stâlpii sunt realizați din mai multe membre lipite între ele, respectând lungimea maximă de lipitură. Ulterior, aceștia sunt puși la îndreptat pentru 2 zile asigurându-se astfel verticalitatea acestora. În continuare, asamblarea se va efectua orizontal începându-se cu lipirea nucleului central urmând pașii următori. (Figura 5)

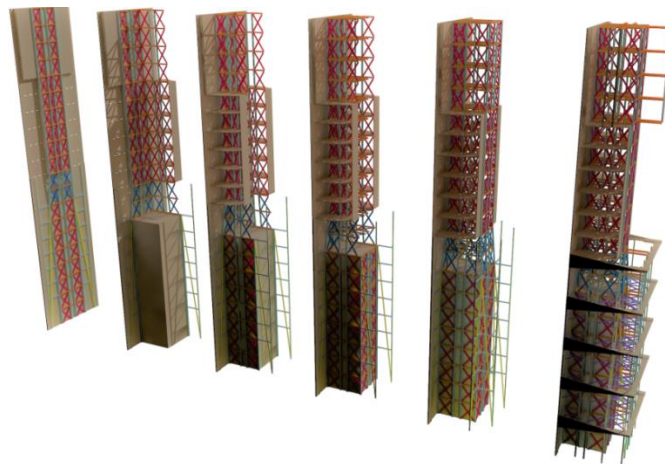


Figura 5. Pașii asamblării machetei



Prin urmare, asamblarea va fi realizată prin aceste piese ajutătoare: șabloane atât pentru planurile verticale, cât și pentru cele orizontale; o placă de înălțimea machetei care se mulează pe denivelarea nucleului central; aproximativ 50 de reazăme care mențin unghiul de 90 de grade între planurile orizontale și verticale ale structurii.

3. Testarea machetei

Pentru a verifica performanța sistemului structural la mișcarea unui cutremur, macheta va fi testată. Modelul urmează să fie 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.

Macheta va fi testată având greutatea plasată la etajele 19, 17, 15, 13, 11, 9, 7 și 5, reprezentate de tije încărcate simetric. Acestea vor fi poziționate central, perpendicular pe direcția cutremurului, fiind instalate cu ajutorul unor piulițe și șaibe, astfel încât să nu se deplaseze în timpul simulării cutremurului.

Pe ultimul plan orizontal al machetei se va poziționa o placă pătrată din lemn de grosime constantă (maxim 0.25 in.), având laturile de 6.00 in., cu ajutorul căreia se va atașa un accelerometru. Acesta va fi fixat de placa respectivă prin intermediul a 2 clești metalici, ansamblul fiind luat în considerare în modelul structural întrucât prezintă o greutate semnificativă.

Pentru testare se va folosi masa vibranta Quanser, care va fi conectată la un computer și care va simula ambele seisme. Cutremurul va fi simulat cu ajutorul programului Matlab, în care se introduc două date de intrare: accelerograma seismului impus (GM1, respectiv GM2) și greutatea machetei pentru calibrarea forței de vibrație.

Folosind accelerometrul se vor obține rezultatele testării experimentale, exprimate prin accelerațiile de vârf ale machetei pe parcursul seismelor GM1 și GM2.

3.1 Determinarea perioadei experimentale a structurii

Înainte de testare, în timp ce structura se află pe masa vibrantă, 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 (Figura 6).

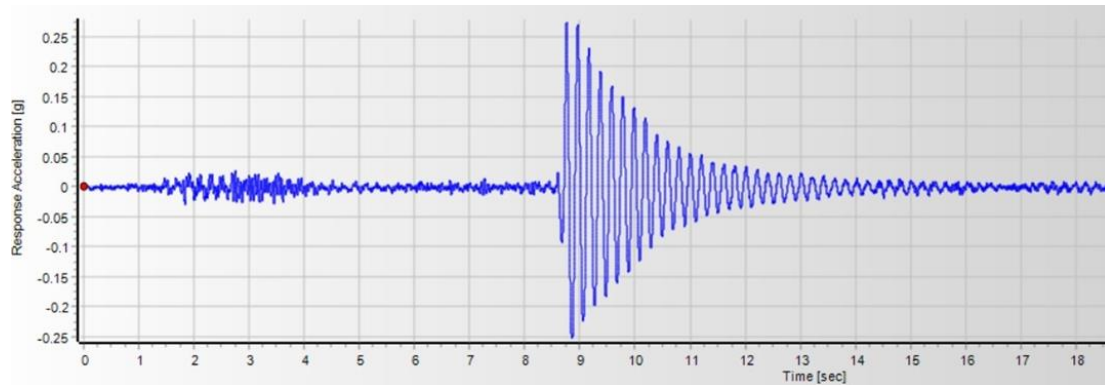


Figura 6. Reprezentarea grafica a vibrației libere

Programul va returna frecvența structurii (Figura 7).

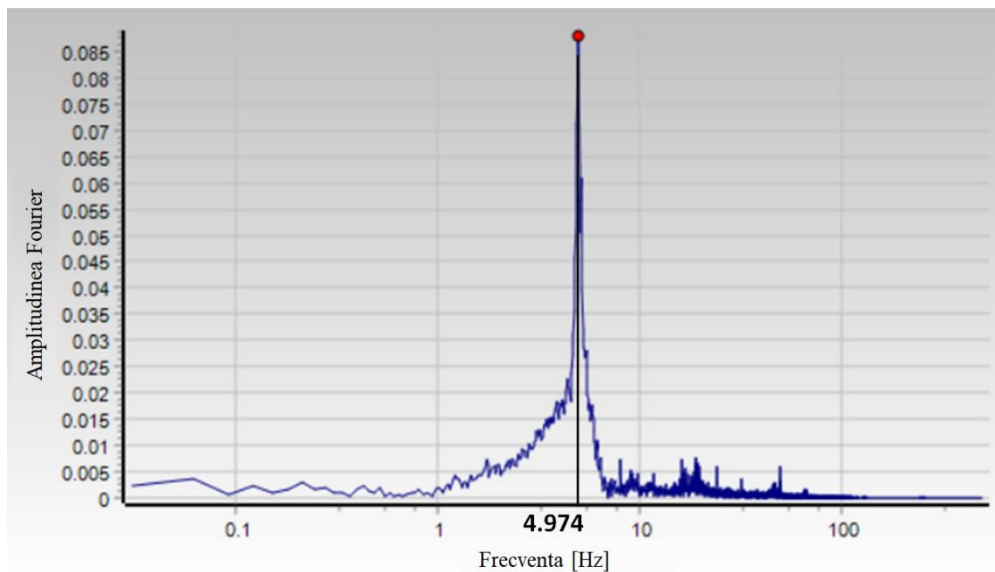


Figura 7. Frecvența proprie

Astfel, având valoarea frecvenței se va determina perioada experimentală a structurii.

$$T = \frac{1}{f} \quad (2)$$

Cinci astfel de teste care implică producerea unui impuls se efectuează înainte de acțiunea primului cutremur, urmate apoi de alte 5 teste după GM1. În acest mod s-a verificat faptul că structura nu a suferit deteriorări de pe urma primului cutremur, având drept argument valori aproximativ egale ale frecvenței proprii. De asemenea, s-au întocmit 2 spectre pentru deplasări, respectiv accelerații cu scopul de a verifica valorile acestora în funcție de perioada experimentală a machetei (Figura 8 și Figura 9). [3]

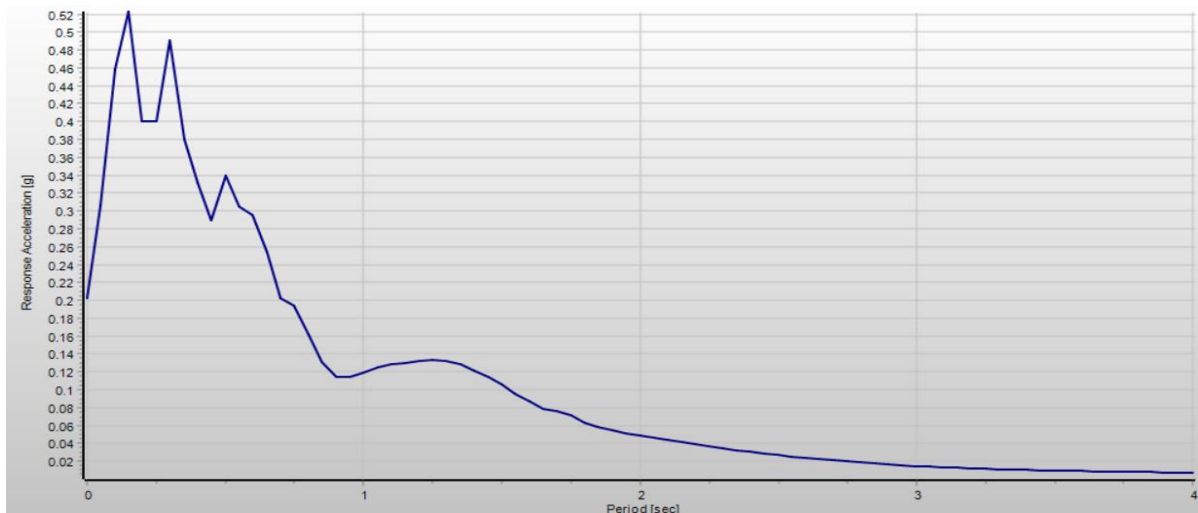


Figura 8. Spectrul accelerațiilor

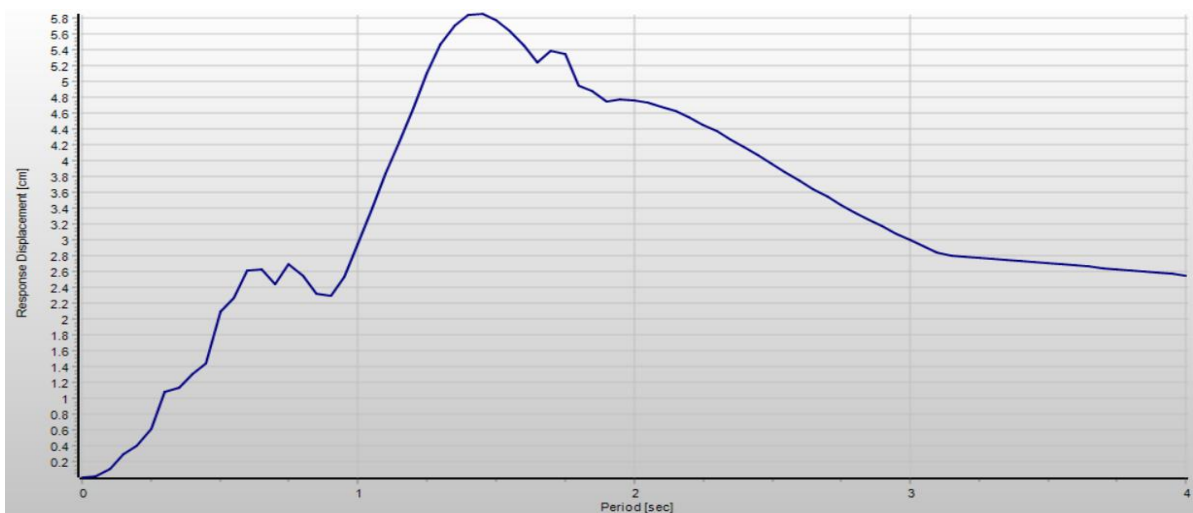


Figura 9. Spectrul deplasărilor

3.2 Determinarea deplasării absolute a structurii folosind programul Matlab

Accelerograma obținută la testare va fi procesată prin intermediul unui cod implementat în programul Matlab. Acesta integrează de două ori graficul accelerației pentru a obține graficul deplasărilor, constantele de integrare fiind predefinite. (Figura 10 și Figura 11)

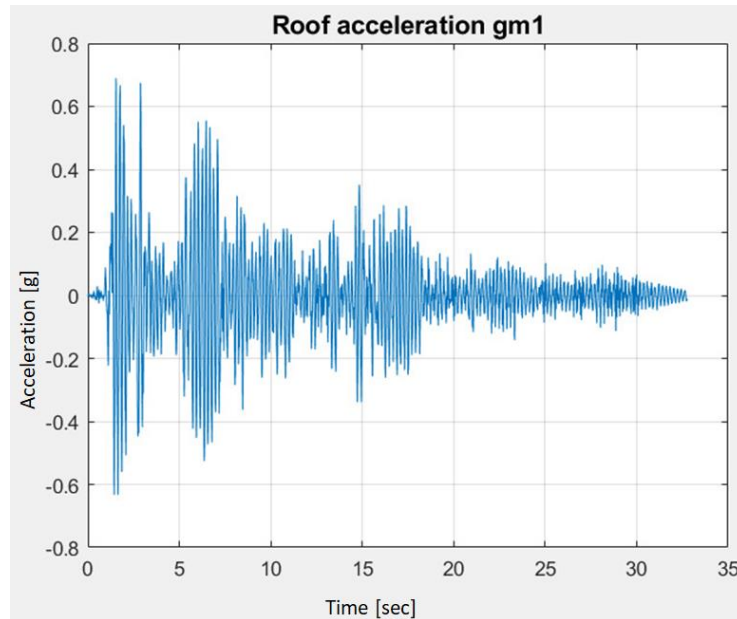


Figura 10. Accelerograma testării experimentale la seismul GM1

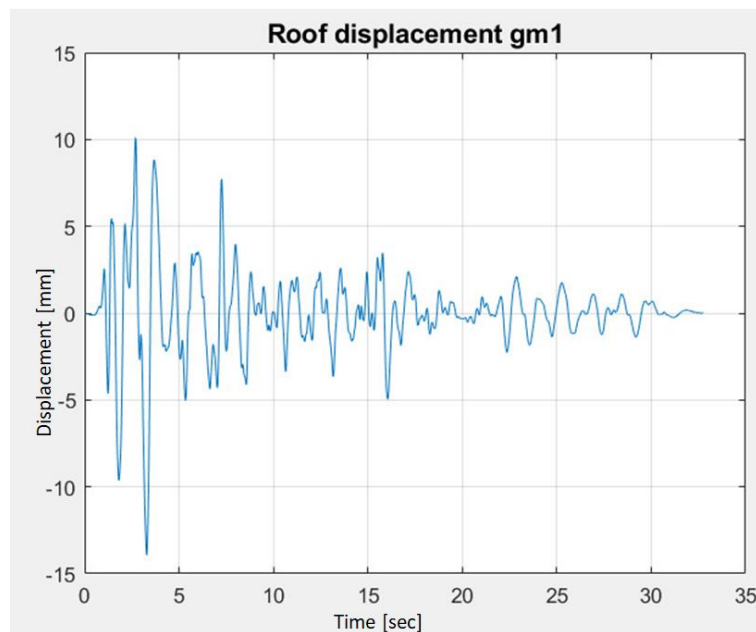


Figura 11. Deplasările din vârf ale structurii la seismul GM1

4. Comparația rezultatelor

Din rezultatele reprezentate tabelar (Tabelul 1 și Tabelul 2) se poate observa o diferență între valorile obținute în mod experimental și cele obținute în programul de analiză structurală. Aceasta diferență este determinată, desigur, de erorile care pot apărea la execuția machetei, precum lipsa planeității elementelor din lemn în porțiuni restrânse, lipituri incomplete între membre, dar și erori datorate faptului ca secțiunile transversale nu sunt întotdeauna constante. Totodată, în program conexiunile atât dintre elemente, cât și dintre stâlpi și placa de bază sunt considerate fixe, pe când, în realitate acestea au un anumit grad de elasticitate. Totuși, cei doi factori care pot influența într-un mod major comportarea la cutremur a structurii sunt modulul de elasticitate al elementelor structurii (variabil), cât și amortizarea acesteia.



Tabelul 1. Diferența dintre rezultatele obținute experimental și rezultatele obținute din programul structural SAP2000

Tipul analizei	Accelerația din vârf după GM1 (m/s^2)	Accelerația din vârf după GM2 (m/s^2)	Deplasarea după GM1 (mm)	Deplasarea după GM2 (mm)
Încercări experimentale	0.684 g	2.65 g	28.72	67.9
SAP 2000	0.72 g	3 g	6.2	39.36

Tabelul 2. Diferența dintre perioada de vibrație obținută experimental și cea obținută cu ajutorul programului structural SAP2000

Tipul analizei	Perioada de vibrație (s)
Încercări experimentale	0.196
SAP 2000	0.12

5. Concluzii

În această lucrare s-a analizat acuratețea rezultatelor care se obțin din modelarea structurii propuse în programul SAP 2000 prin intermediul construcției și testării unei clădiri din lemn de balsă, dar și modul de execuție al machetei.

Rezultatele obținute experimental pot fi utilizate pentru calibrarea modelului în programul structural. Acest lucru se va realiza prin ajustarea modulului lui Young al lemnului de balsă, astfel încât structura să aibă aceeași frecvență proprie precum cea obținută experimental. Amortizarea nu va avea niciun efect asupra perioadei de vibrație a structurii, însă aceasta va fi factorul cu care se vor ajusta rezultatele obținute în SAP2000, adică deplasările și accelerațiile, în funcție de cele obținute experimental.

Astfel, prin calibrare s-a constatat că pentru acest tip de sistem structural din lemn de balsă valoarea amortizării reale este de 7%, modulul de elasticitate real al elementelor având o valoare de 3000 N/mm^2 .

BIBLIOGRAFIE

1. EERI Student Leadership Council, *Nineteenth Annual Undergraduate Seismic Design Competition (SDC)*. Design Guide, 2021
2. EERI Student Leadership Council, *Nineteenth Annual Undergraduate Seismic Design Competition (SDC)*. Official Rules, 2021
3. Anil K. Chopra, *Dynamics of structures*. Theory and applications to Earthquake Engineering, Person Education, New York, 2012

PREMII

Premiul	Numele și prenumele autorului/autorilor	Instituția de învățământ	Titlul lucrării	Îndrumător / îndrumători	Punctaj mediu (din 100)
1	Irina-Maria STOIAN Vasile-Mădălin CAZACU Tudor-Anton LOMICOVSCI	UTCN Facultatea de Construcții	Studiu comparativ între analiza structurală și încercări experimentale în cazul unei machete din lemn de balsă supuse la seism	Ovidiu PRODAN Bianca MARTON	94,38
	Bela KOVACS	UTCN Facultatea de Construcții	Algoritm de calcul automat folosind MEF pentru calculul săgeților stâlpilor din beton precomprimat cu armături aderente	Nicu TOADER	93,5
2	Lavinia Nicoleta AVRAM Anuța Ancuța BERCI	UTCN Facultatea de Construcții	Plăci plane circulare	Mihai NEDELUCU Teodora BESOIU	93,00
	Iulia ILIE Ana ILIE Cristian MAN	UTCN Facultatea de Construcții	Influența curbei granulometrice, a raportului apă-ciment și a plastifiantilor asupra rezistenței la compresiune a betonului și impactul avut asupra mediului	Nicu TOADER	92,25
3	Attila SZASZ Daniel GIURGIU Bianca-Florina GLIGA Ioana POPESCU	UTCN Facultatea de Construcții	Analiza conceptuală a unei structuri înalte din lemn de balsă la acțiunea seismului	Bianca MARTON Ovidiu PRODAN	91,13
	Gabriela Carmen DRĂGOI Georgiana BANU	UT Brașov Facultatea de Construcții	Locuința sigură și sustenabilă	Radu MUNTEAN	88,38
Mențiune	Victor Dan POPA Roland BARTA Ervin BENDEL	UTCN Facultatea de Construcții	Aplicare Metodei Diferențelor Finite la plăci plane pentru analiza liniară	Mihai NEDELUCU Teodora BESOIU	87,71
	Bogdan VASILESCU N. TUDOR A.F. STOIAN	Universitatea Ovidius Constanța Facultatea de Construcții	Rezultatele analizei modale în corelație cu setările și simplificările din modelul de calcul	Mirela POPA	85,00
Mențiune APDP	Carmen PAUL Denisa Bianca MORAR Nora ISTVAN	UTCN Facultatea de Construcții	Comparație între metoda analitică și numerică pentru o grindă-perete	Mihai NEDELUCU Teodora BESOIU	84,86
	Claudia-Andrada MUNTEANU Ștefania-Mădălina RUSU Roxana-Andreea TÂMPU	UT Iași Facultatea de Construcții	Romanța teilor	Dorina ISOPESCU Patrick HAINEMANN	75,38

