



**UNIVERSITATEA TEHNICĂ
DIN CLUJ-NAPOCA**

A XXI-A SEȘIUNE NAȚIONALĂ DE COMUNICĂRI ȘTIINȚIFICE STUDENȚEȘTI

Cluj-Napoca, 12-13 Mai 2023

Editori:

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



UTPRESS

Cluj-Napoca, 2023

ISBN 978-606-737-684-5



**A XXI-A SEȘIUNE NAȚIONALĂ DE
COMUNICĂRI ȘTIINȚIFICE
STUDENTEȘTI**

Cluj-Napoca, 12-13 Mai 2023

Editori:

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

**UTPRESS
Cluj-Napoca, 2023
ISBN 978-606-737-684-5**



*Editura UTPRESS
Str. Observatorului nr. 34
400775 Cluj-Napoca
Tel.: 0264-401.999
e-mail: utpress@biblio.utcluj.ro
<http://biblioteca.utcluj.ro/editura>*

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

Copyright 2023 Editura UTPRESS

Reproducerea integrală sau parțială a textului sau a ilustrațiilor din această carte este posibilă numai cu acordul prealabil scris al editurii UTPRESS

ISBN 978-606-737-684-5



COMITET ȘTIINȚIFIC

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



COMITET DE ORGANIZARE

Prof. dr.ing. MANEA Daniela- Lucia
Conf. dr.ing. COBÎRZAN Nicoleta
Conf. dr.ing. ILIEȘ Nicoleta-Maria
Conf. dr.ing. HODA Gavril
Conf. dr.ing. ACIU Claudiu
Conf. dr.ing. POPA Anca
Conf. dr.ing. NAȘ Sanda
Conf.dr.ing. PUSKAS Attila
Ș. I. dr.ing. DRAGOMIR Mihai
Ș. I. dr.ing. CIOTLĂUȘ Mădălina
Conf. dr.ing. MÂRZA Carmen

Stud. CIARNĂU Bianca
Stud. BARA Raluca
Ing. VINCZELLER Alina- Ioana

Ing. LUPOU Marius
GEORGIU Sorina



CUPRINS

Comisia 1	1
Balan Luxina, Marcu Petra, Onicaș Irina	
Mortare de tencuială cu cenușă din zaț de cafea	2
Bor Bianca Maria	
Cauciucul reciclat în construcții	10
Braga Victoria	
Metode de reabilitare a clădirilor istorice	18
Cojoc Natalia-Anamaria	
Studii privind durabilitatea și siguranța construcțiilor	29
Dall’Ara Maria Letizua, David Alexandra	
Analizarea și studierea posibilității reutilizării deșeurilor de cauciuc, sticlă și scoici în compoziția unor mortare	38
Enache Luana-Patricia, Cumpănă Rareș, Dobrițoiu Sînziana	
Eficiența energetică a clădirilor din CLT	49
Fekete Matyas	
Betonul de cânepă	57
Handrea Alessia-Catrina, Grec Andreea-Maria	
Confruntarea dintre realitate și așteptări	65
Macsim Petru, Asaftei Diana-Maria, Porcos Delia-Ioana	
Sistem pneumatic pentru izolarea seismică a clădirilor	73
Matiș Antonia, Medrea Mihaela, Piticar Iuliana	
Îmbunătățirea performanței anvelopei clădirilor cu ajutorul materialelor naturale	79
Pînzaru Eduard	
Reutilizarea maselor plastice în domeniul construcțiilor	87
Rotariu Diana-Gabriela, Beșliu Sînziana, Mihăilă Tudor-Ioan	
Reducerea încărcărilor permanente ale acoperișului de tip terasă verde	95
Schek Raul, Ulici Mario, Pop Gabriel, Portik Apor	
Acoperișuri verzi – grădini urbane în mediul construit	103
Tanasiciuc Laura, Aduducesei Diana, Torodoc Bianca	
Influența caracteristicilor elastice și geometrice asupra modului de comportare la acțiuni statice a unui cadru	111
Tonea Maria Elena	
Managementul riscului în proiecte de construcții	122



Comisia 2	131
Călăcean Thomas-Cristian, Vintilă Mihai-Nicolae	
Cercetări experimentale privind determinarea totalului solidelor dizolvate (TDS) din apele potabile.....	132
Colceriu Raluca- Alexandra, Nemeti Alexandra-Ștefania	
Studiu privind proprietățile materialelor ceramice cu aplicabilitate în domeniul ingineriei instalațiilor.....	136
Coștolencu Theodor, Tofan Maxim	
Eficiențizarea sistemului de iluminat pentru Aeroportul „Avram Iancu” din Cluj-Napoca	141
Costea Alina - Paula- Daniela, Păltinean Miruna-Elena	
Studiu comparativ privind modele de tratare ale apei de mare în vederea potabilizării.....	149
Man Cristian-Emilian	
Instalarea și monitorizarea unui sistem fotovoltaic pentru un centru comercial din Cluj-Napoca.....	155
Măgureanu Ștefan	
Sisteme de încălzire și răcire zonală de ultimă generație 5 GDHC. Soluții actuale și studiu de caz pentru Cluj-Napoca.....	163
Nemeti Alexandra - Ștefania Colceriu Raluca-Alexandra	
Studiu privind procedeele de tratare avansată ale apelor de suprafață în vederea potabilizării acestora.....	171
Oltean Dragoș-Valentin, Rus Florin Gheoghe	
Proiectarea unei instalații fotovoltaice pentru o clădire educațională.....	177
Păltinean Miruna-Elena, Costea Alina-Paula- Denisa	
Studiu privind factorii care contribuie la coroziunea conductelor din aliaje feroase.....	183
Rozorea Lucian, Popa Călin Eugen, Tănase Vlad George	
Peretele Trombe Studiu experimental.....	191
Simoniak Denis, Ilieș Gabriel	
District cu energie pozitivă. O soluție pentru tranziția către orașe neutre din punct de vedere climatic	199
Vintilă Mihai Nicolae, Călăcean Thomas Cristian	
Studii privind impactul apelor salin asupra materialelor de instalații.....	207
Comisia 3	216
Abrudan Mihaela-Gabriela, Stefan Delia-Alexandra	
Armarea pământului cu geosintetice.....	217
Almășan Diana Maria, Coldea Teodora	
Studiu comparativ imagistic a zborurilor cu tehnologia UAV din localitatea Făureni, județul Cluj.....	225
Avram Raul	
Amenajarea culoarelor de circulație destinate transportului public intraurban de suprafață.....	233



Bachman Astrid-Andreea, Rebrîșorean Maria-Mirabela, Todea Cristina Realizarea unui sistem informatic în cadastru pe baza măsurătorilor realizate cu ajutorul tehnologiei UAV.....	241
Balan Iulia Melania, Danci Cristina Maria Soluții smart și sustenabile pentru străzi urbane.....	249
Bîrsan Teodora, Filip Ioana Alternative pentru reducerea zgomotului în timpul circulației.....	257
Bojinca Georgiana Denisa Consideratii privind intocmirea documentatiei cadastrale necesare comasarii a 11 imobile inscrise in cartea funciara situate in satul Rachiti, comuna Rachiti, judetul Botosani.....	265
Botezatu Andreea- Lavinia, Aparaschivei Gabriela, Hultuană Marian, Moscalu Cosmin Utilizarea tehnologiei VR în pregătirea inginerilor constructori	273
Buta Teodora Eveline, Roșca Mădălina Florina, Valasă Iulia Anamaria Considerații privind precizia diferitelor metode și aparate topografice moderne în reprezentarea reliefului.....	285
Cseh Domokos Analiza posibilității reabilitarea a podului de pe dn1a km 179+394, localitatea Săcele, județ BRAȘOV.....	297
Feher Ariana Roxana, Oltean Ioana-Maria, Moncea Paul - Valentin Analiza preciziei de determinare a punctelor de sprijin utilizate pentru efectuarea măsurătorilor fotogrammetrice. Studiu comparativ între metodele de măsurare și prelucrare a datelor fotogrammetrice.....	305
Ilcu Cristian Emanuel Pierderea stabilității căii ferate pentru șinele sudate în funcție de gradul de întreținere a suprastructurii.....	327
Kiss Norbert Dezvoltarea cadastrului 3D.....	333
Paștiu Claudiu, Avram Raul Studiul indicatorilor de mobilitate pe legătura rutieră între Cluj-Napoca și Săsciori, AB....	341
Perneș Adriana Mixturi asfaltice. Studiu de caz – utilizarea pet-ului în masa mixturii asfaltice.....	350
Popescu Robert Studiul de trafic pentru investiția cu obiectiv de utilizare publică “ cartierul pentru justiție”..	358
Sotelecan Răzvan, Bocica Tudor Optimizarea și compensarea unui punct în funcție de poziționarea și încadrarea acestuia....	364
Strugari Ioan, Țencu Ionuț Influența tehnologiei de execuție asupra stării de eforturi în grinzile suprastructurii podului de pe dn13, km 8+680, peste autostrada Tg.Mureș-Ditrău.....	372
Știr Emilia Alina, Șerban Daria Daniela Pământ armat – soluție modernă și eficientă de consolidare a terasamentelor.....	380
Trif Vlad Utilizarea tehnologiei fotogrammetrice în studiul degradării drumurilor.....	389
Țicle Denis Cristian Calculul hidraulic la poduri, probleme în proiectare.....	396
Ungur Denisa, Pop Sergiu, Martin Ștefan Cristian Studiul comparativ privind poziționarea unei rețele de ridicare topografică.....	402



Comisia 4

410

Berende David, Antoneag Denisa Ioana, Coros Emil

Aplicarea Metodei Diferențelor Finite în rezolvarea problemei plane a teoriei elasticității.. 411

Bertescu Dariana Inessa

Integrarea clădirilor sustenabile în cotidian..... 419

Chiuzbăian Cristina

Comportarea la seism a templului zeiței Artemis în ipoteza realizării sale utilizând materiale contemporane: beton și metal..... 425

Ciulei Cristina, Răduță Adrian

Calculul secțiunilor la torsiune prin metoda elementelor finite..... 431

Crăciun Raluca Claudia, Isip Aurel, Deac Alexandra Maria

Aplicarea Metodei Diferențelor Finite în rezolvarea plăcilor plane..... 439

Cristinică Andra, Cuzmin Sofia-Iulia, Crețu Anca

Analiza soluțiilor sustenabile în vederea proiectării acoperișurilor și fațadelor la clădirile rezidențiale..... 447

Geafar Ines

Analiza comportării structurilor din beton cu armătură rigidă..... 455

Ilie Iulia, Man Radu Cristian

Analiza seismică neliniară prin prelucrarea accelerogramelor și determinarea caracteristicilor dinamice structurale..... 463

Mărăscu Mădălina

Reducerea nivelului de umiditate în pereții unei construcții din zidărie prin metoda freeztec..... 471

Mitjavila Pierre, Foissac Matteo

Development of insulating materials based on mycelium..... 479

Păcurar Roxana

Studiu comparativ între metoda matricială și metoda elementului finit pentru elemente de tip bară..... 485

Ștefan Antonia Denisa, Suba Dora Brigita, Țurca Roxana Andrada

Aplicarea metodei variaționale în rezolvarea plăcii plane..... 493

Urian Mihai Valentin, Taflan Mircea, Zacharievici Adrian

Rezolvarea plăcilor plane așezate pe mediu elastic utilizând seriile simple trigonometrice.. 499



Sesiunea Națională de Comunicări Științifice Studențești
Cluj-Napoca 12-13 Mai 2023



Comisia 1

INGINERIE CIVILĂ – IC INGINERIE ȘI MANAGEMENT – IMC (anii I și II)

1. Conf. dr. ing. Ligia MOGA – președinte
2. Prof. dr. ing. Dorina Nicolina ISOPESCU
3. Șef l. dr. ing. Anca Maria DURGHEU
4. Șef l. dr. ing. Nicu Traian TOADER
5. Șef l. dr. ing. Nicoleta ROMAN
6. Asist. dr. ing. Vasile CHIOREAN
7. Asist. dr. ing. Simona STANCA
8. Student Bianca HOSOPSCHI
9. Student Iasmina ROVENCZKI

Membri supleanți:

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



MORTARE DE TENCUIALĂ CU CENUȘĂ DIN ZAȚ DE CAFEA

Autori

Luxina F. BALAN¹, Petra P. MARCU², Irina M. ONICAȘ³

¹Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică, e-mail marcudenisa3@gmail.com

²Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică, e-mail luxi.b111@yahoo.com

³Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică, e-mail irina07443@yahoo.com

Îndrumători

Conf. Dr. Ing. Claudiu ACIU¹, S.I. Dr. Ing. Elena JUMATE²

¹Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică, e-mail claudiu.aciu@ccm.utcluj.ro

²Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică, e-mail elena.jumate@ccm.utcluj.ro

REZUMAT: *Această lucrare prezintă informații aferente utilizării cenușii obținute din zațul de cafea, ca aditiv verde față de cantitatea de nisip din compoziția mortarului, în industria construcțiilor civile. În urma cercetărilor realizate de către noi, studenți ale Facultății de Construcții, am constatat o potențială utilizare a cenușii din zațul de cafea ca și potențial aditiv în materialele de construcții. Practicile tradiționale din construcții sunt cunoscute ca fiind extrem de risipitoare. De aceea, o posibilă utilizare a deșeurilor organice, ar ajuta la conservarea disponibilității reduse a resurselor naturale. De asemenea, ar ajuta substanțial la reducerea emisiilor de carbon.*

Cuvinte cheie:

mortar de zidărie, zaț de cafea, reciclare, deșeuri, aditiv.

1. INTRODUCERE

Zațul de cafea reprezintă un deșeu (fig.1) care este direct aferent cu consumul de cafea. Boabele de cafea sunt una dintre cele mai comercializate produse în întreaga lume. Așadar, o cantitate considerabilă de zaț de cafea, atât din cafenele cât și din mediul familial, ajunge la groapa de gunoi. Un studiu, arată că, în România, consumul de cafea a crescut considerabil în ultimii ani. Dacă în ultimul deceniu doar 50% din populație consuma aproximativ 2 cești de cafea pe zi, niste statistici realizate recent arată că 15% dintre români beau zilnic 4-5 cești pe zi, iar 41% savurează constant o ceașcă sau chiar 2 de cafea, zilnic. Astfel, un român consumă aproximativ 2.3 kg de cafea anual, lucru ce face ca România să se situeze pe locul 49 în clasamentul realizat de World Research Institute.[1][2]

Datorită compoziției organice ridicate a zațului de cafea, în momentul în care ajunge la groapa de gunoi există un risc ridicat de combustie spontană care produce o cantitate excesivă de metan și dioxid de carbon, dar și emisia unui iz care este conectat de procesul de fermentare. Metanul este un gaz cu efect de seră de până la 28 de ori mai dăunător decât dioxidul de carbon. Este dovedit științific că, pe o perioadă de 20 de ani, doar un kilogram de metan încălzește planeta de 80 de ori mai mult decât aceeași cantitate de dioxid de carbon (CO₂).[1]

Conform mai multor studii, cafeaua este al doilea cel mai căutat produs de bază din lume, cu o industrie care valorează peste 100 de miliarde de dolari pe tot globul. Numai în ceea ce privește exportul, industria este evaluată la 20 de miliarde de dolari și continuă să fie în creștere – în medie, 500 de miliarde de cești de cafea sunt consumate de către întreaga populație a planetei în fiecare an.[1]



Figura 1. Deșeuri din zaț de cafea [1] [3]

2. MATERIALE ȘI METODE

Zațul de cafea este fabricat în exces în plan global, iar compoziția chimică a acestuia este stabilă și solidă/rezistentă, reprezentând un candidat extraordinar în diverse proiecte de inginerie civilă. De exemplu, proprietățile fizice ale zațului de cafea sunt asemănătoare cu cele ale nisipului ceea ce determină o posibilă introducere a unei cantități de cenușă de cafea ca și aditiv la cantitatea de nisip.

2.1 MATERIALE

În continuare, în acest studiu este prezentată valoarea cafelei într-un material de construcții, și anume în mortar, întrucât cantitatea masivă de zaț de cafea și nevoia de reducere a impactului acestuia asupra mediului înconjurător, a stârnit un interes deosebit care a rezultat în efectuarea acestui experiment. În realizarea acestui studiu s-au propus două rețete de mortar de tencuială: Mortar de tencuială CS IV (notat cu R1), și un mortar de tencuială cu cenușă din zațul de cafea (notat R2) ca și aditiv.

Materialele utilizate în alcătuirea mortarului sunt: ciment, nisip, apă și cenușă din zațul de cafea. Cimentul utilizat în acest experiment este Cimentul Portland CEMI 42,5R, iar agregatele (nisipul) utilizate au avut o granulozitate cuprinsă între 0-8 mm. Acestea au fost spălate și uscate.

Zațul de cafea, în prima fază a fost uscat timp de 48 de ore, după care a fost ars pe o placă metalică până ce a ajuns la consistența cenușii (fig.2).

Apă utilizată în cadrul experimentului este apă potabilă.



Figura 2. Procesul de obținere a cenușii



Studiul a fost realizat pe 2 rețete de mortar de tencuială:

- Rețeta 1 – un mortar de tencuială CS IV pe bază de ciment, nisip cu granulozitate de 0-8 mm și apă.
- Rețeta 2 – mortar de tencuială pe bază de ciment cu aditiv (cenușă de zaț de cafea), nisip cu granulozitate de 0-8 mm și apă.

Ambele rețete au fost efectuate pentru a obține o cantitate de câte 7 litri de mortar de fiecare. Astfel, rețetele realizate sunt prezente în tabelul 1.

Tabelul 1. Rețetele de mortar

Rețeta	Ciment [kg]	Agregate (0-8 mm) [kg]	Apă [l]	Aditiv [kg]
R1	2,69	10,85	2,00	-
R2	2,69	10,85	2,08	0,1345

2.2 METODE FOLOSITE

Caracteristicile mortarului preparat au fost studiate atât în stare proaspătă, cât și în stare întărită după o perioadă de 3, 7 și 28 de zile.

În starea proaspătă a mortarului s-au urmărit următoarele determinări: consistența, densitatea aparentă și segregarea.

În stare întărită, s-au urmărit următoarele determinări: densitatea aparentă, rezistența la întindere din încovoiere, rezistența la compresiune. Pentru a obține rezultate concludente, testele au fost preparate și încercate la o temperatură de 20 C.

DETERMINĂRI ASUPRA MORTARULUI PROASPĂT

a. Determinarea densității aparente a mortarului proaspăt

Determinarea densității aparente a mortarelor proaspete s-a realizat conform standardului european SR EN 1015-6:2001 și SR EN 1015-6/A1:2001. După omogenizarea mortarului supus determinării, acesta este introdus într-un vas cilindric cu volumul cunoscut $V=1$ litru. Vasul se umple cu mortar până la jumătatea ramei. Se scoate rama prelungitoare și cu lamela metalică printr-o mișcare de fierăstrău începând de la mijloc spre margini se elimină excesul de mortar. Se cântărește vasul cu mortar și se obține masa mortarului, iar densitatea aparentă o vom calcula cu ajutorul relației 1 [4]:

$$\rho = \frac{m_f - m_i}{V}, [\text{kg/m}^3] \quad (1)$$

unde:

ρ – densitatea,

m_f – masa finală,

m_i – masa inițială,

V – volumul.

b. Determinarea consistenței mortarului proaspăt.

Consistența este o măsură a fluidității sau a umidității mortarului proaspăt și indică o măsură a deformabilității mortarului proaspăt atunci când este supus la un anumit tip de tensiune. Mortarul pe care a fost realizată determinarea a fost amestecat pentru 3 minute pentru a se omogeniza, după care a fost turnat în recipientul tronconic. Mortarul a fost compactat cu o tijă de oțel având 10-12 cm în diametru, și prin lovirea fundului recipientului de 5 ori împotriva mesei. Suprafața mortarului este uniformizată cu o mistrie, iar conul este lăsat să penetreze mortarul sub greutatea proprie de la o înălțime de 1-2 cm. Conul este rotit în jurul axei proprii



către stânga și către dreapta pentru a obține o valoare concretă a adâncimii penetrate. Acest procedeu s-a repetat de 5 ori, după care s-a efectuat media aritmetică dintre cele 5 valori. În cazul mortarului de zidărie, consistența optimă trebuie să se încadreze între 8-13cm.[4]

c. Determinarea segregării

Segregarea este proprietatea materialelor compuse de a fi separate în materiale componente datorită densității și masei diferite ale granulelor care le compun în urmă șocurilor sau chiar în repaus.

În cazul mortarului, apa se va ridica la suprafață, iar granulele de nisip se vor aranja de la bază la suprafață în funcție de mărimea lor, cele mai mari granule fiind la baza. Consecința acestui fenomen este divizarea stratului de mortar în substraturi cu consistențe diferite și implicit cu rezistențe mecanice diferite.

Tendința de segregare a mortarului este calculată utilizând relația 2:

$$S = \frac{\pi}{48} \cdot (C_s^3 - C_b^3), [\text{cm}^3] \quad (2)$$

unde:

C_s – consistența stratului de deasupra pe care determinarea se va realiza,

C_b – Consistența stratului de la bază.

Este recomandat ca mortarul de zidărie să aibă o tendința de segregare de maximum 50 cm^3 .

Determinarea tendinței de segregare este realizată într-un recipient fără fund de 30 cm înălțime. Recipientul este umplut cu mortar bine omogenizat în trei straturi mai apoi fiind compactat cu o tijă de metal de 25 de ori pentru fiecare strat. Suprafața mortarului este netezită iar compoziția este lăsată în stadiul latent timp de 30 de minute. După cele 30 de minute mortarul din stratul de la bază și cel de la suprafață este înlăturat și păstrat separat, iar cel de la mijloc este aruncat.

Pe stratul de la suprafață și cel de la bază se determină în continuare consistentă cu metodă precedentă. (determinarea se realizează de 3 ori după care se face media aritmetică a rezultatelor).[4]

DETERMINĂRI ASUPRA MORTARULUI ÎNTĂRIT

d. Determinarea densității aparente

Determinarea aceasta se face la 28 de zile pe două prisme. În primul rând, s-au cântărit prismele obținând m_i . Au fost măsurate dimensiunile prismelor L, l și h și s-a obținut V_a , conform relațiilor 3 și 4 [4]:

$$\rho = \frac{m_i}{V}, [\text{kg}/\text{m}^3] \quad (3)$$

$$V_a = L * l * h, [\text{m}^3] \quad (4)$$

unde:

m_i - masa inițială,

V – volumul,

L - lungime,

l - lățime,

h - înălțime.



e. Determinarea rezistenței la întindere din încovoiere

Această determinare se realizează cu ajutorul aparatului Fruhling-Michaelis asupra prismelor, acestea având dimensiunile de 40x40x160 mm. S-au utilizat 6 prisme, câte doua pentru fiecare determinare la 3, 7 și 28 de zile. [4]

f. Determinarea rezistenței la compresiune

Rezistența la compresiune se determină cu presa hidraulică la 3, 7 și 28 de zile, pe resturile de prismă rezultate după încercarea acestora la încovoiere. [4]

3. REZULTATE

Determinările efectuate în acest proiect s-au realizat în cadrul laboratorului de Materiale de Construcții, al Facultății de Construcții din Cluj-Napoca.

a. Determinarea densității aparente a mortarului proaspăt

Rezultatele obținute sunt prezentate în tabelul 2.

Tabelul 2. Densitatea aparentă a mortarului proaspăt

	R1	R2
Densitatea aparentă [kg/m ³]	1996	1844

În acest caz, se poate observa faptul că densitatea mortarului R2 este mai mică comparativ cu cea a mortarului R1. Standardul în vigoare variază între 1950 și 2200 kg/m³, ceea ce concluzionează faptul că mortarul R2 nu se încadrează între valorile acestuia.

b. Determinarea consistenței mortarului proaspăt

Rezultatele obținute sunt prezentate în tabelul 3.

Tabelul 3. Consistența mortarului proaspăt

	R1	R2
Consistența mortarului proaspăt [mm]	100	100

Rezultatele afișate în tabel ne arată faptul că cele două mortare sunt de consistențe egale și se încadrează în standardul de 8-13 cm.

c. Determinarea segregării mortarului proaspăt

Rezultatele obținute sunt prezentate în tabelul 4.

Tabelul 4. Segregarea

	R1	R2
Segregarea mortarului proaspăt (cm ³)	18.48	14.10

Conform tabelului afișat mai sus, se poate observa că segregarea mortarului R2 este mai mică față de mortarul R1, însă ambele se încadrează în standardul în vigoare pentru mortare de tencuială, acesta fiind de maxim 40 cm³.

d. Densitatea aparentă a mortarului întărit

În urma determinărilor efectuate pe mortarele întărite la 28 de zile s-au obținut rezultatele următoarele prezentate în tabelul 5:

Tabelul 5. Densitatea aparentă

	R1	R2
Densitatea aparentă[kg/m^3]	1882.4	1833.5

Pe baza rezultatelor obținute, se poate concluziona faptul că ambele rețete de mortar nu se încadrează în valorile date de standardul în vigoare, respectiv 1950-2200 kg/m^3 .

e. Rezistența la întindere din încovoiere a mortarului întărit

Pe baza rezultatelor obținute (vezi tabelul 6), se poate spune că pe parcursul celor 28 de zile, deși la determinarea din ziua a 3-a rezistența la întindere din încovoiere a scăzut, această scădere este urmată de o îmbunătățire considerabilă a rezistenței în zilele 7 și 28 (figura 3).

Tabelul 6. Rezistența la întindere din încovoiere

Valori rezistență la încovoiere N/mm^2		
Nr. Zile	R1	R2
3	1.52	0.48
7	1.64	1.98
28	1.83	2.25

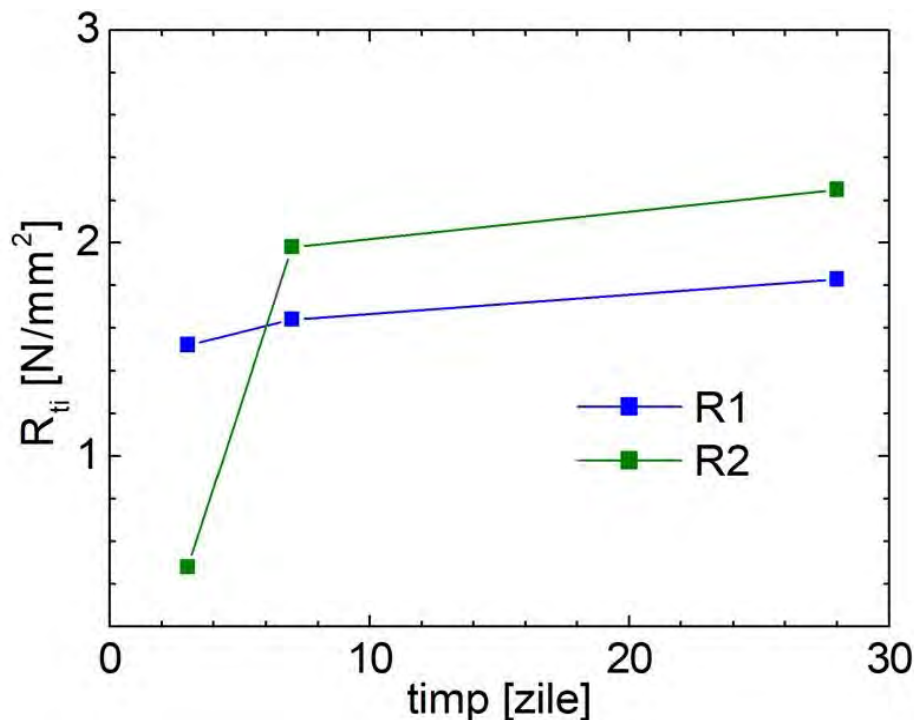


Figura 3. Evoluția în timp a rezistențelor la încovoiere pentru mortarele R1 și R2.



Figura 3. Determinarea încovoierii

f. Rezistența la compresiune a mortarului întărit

Asemănător cazului anterior de determinare a rezistenței la întindere din încovoiere, în ziua a 3-a, rezistența la compresiune este una slabă (vezi tabelul 7), însă în timp, rezistențele mecanice cresc, lucru ce asigură o performanță a mortarului bună pe termen lung (fig.4).

Tabelul 7. Rezistența la compresiune

Valori rezistență la compresiune N/mm^2		
Nr. Zile	R1	R2
3	3.785	1.057
7	3.795	6.120
28	5.275	6.488

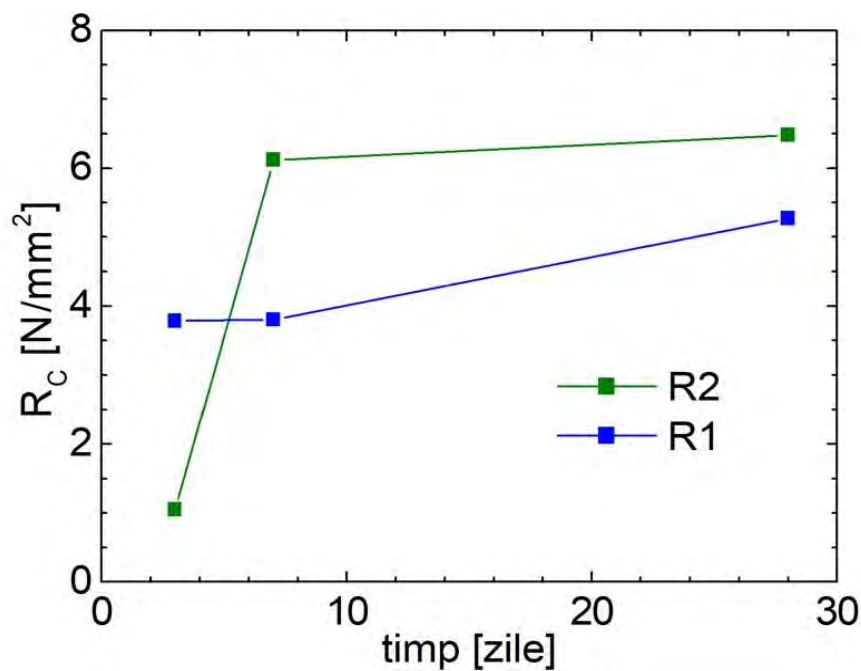


Figura 4. Evoluția în timp a rezistențelor la compresiune pentru mortarele R1 și R2.



Figura 4. Determinarea compresiunii

4. CONCLUZII

În urma efectuării acestui experiment am constatat faptul că rezistențele atât la încovoiere cât și la compresiune au crescut semnificativ comparativ cu rețeta clasică de mortar CS IV de la care am pornit. Scopul acestui experiment este de a reduce atât încălzirea globală prin captarea și stocarea metanului, cât și costurile în domeniul construcțiilor prin crearea unui mortar de tencuială care tinde spre ideea de material ecologic. Se cunoaște faptul că există multe clădiri tradiționale concepute fără a se fi luat în considerare eficiența energetică, având o ventilație insuficientă, izolație slabă și chiar ferestre neizolate.

Prin utilizarea și crearea unor materiale moderne și tehnologii eficiente, putem reduce, de asemenea, și costurile de încălzire/răcire ale clădirilor. Acest obiectiv de cercetare al mortarului cu cenușă de zaț de cafea va fi continuat în viitoare studii, urmărind introducerea cenușii ca substituent al unui procentaj din ciment și/sau agregate. Ne dorim, astfel, să ajungem la rezultate cât mai promițătoare în ceea ce privește rezistențele și să reușim să aducem densitățile celor două mortare la valorile impuse de standardele în vigoare în studiile ce vor urma asupra acestui experiment.

BIBLIOGRAFIE

1. <https://ecosynergy.ro/zatul-de-cafea-si-mediul-inconjurator-cum-poate-fi-folosit-eco-friendly/>.
2. Căta cafea consuma românii anual? - <https://jurnalul.ro/bani-afaceri/economia/cata-cafea-consuma-romanii-anual-878273.html>.
3. <https://newatlas.com/environment/coffee-waste-post-agricultural-land/>
4. Building Materials and applied chemistry/ Claudiu ACIU, Daniela Lucia MANEA, Alexandru Gheorghe NETEA. –Second Edition. – Cluj-Napoca: Editura U.T.Press, 2013.



CAUCIUCUL RECICLAT ÎN CONSTRUCȚII

Autor

B. M. BOR¹

¹Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, borbianca16@yahoo.com

Îndrumător

Asist. Dr. Ing. R. A. IERNUȚAN²

²Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, razvan.iernutan@cif.utcluj.ro

REZUMAT:

Pornind de la caracteristicile de performanță ale cauciucului: durabilitate, rezistență la umiditate și impact și amortizarea sunetului, aplicațiile practice ne arată că reciclarea cauciucului vechi pentru anvelope, iar mai apoi utilizarea sa în toate aspectele construcției este benefică și poate fi proiectată pentru a funcționa eficient. Cauciucul rezidual mărunțit în dimensiuni uniforme are o varietate de utilizări în domeniul construcțiilor, printre care se numără: terenuri de joacă, construcții sportive, combustibil în cuptoare de ciment, materiale granulare pentru structurile din pământ, țigle pentru acoperiș și membrane rezistente la intemperii. În plus, cauciucul mărunțit fin, poate fi utilizat în rețelele de beton asfaltic, în vederea executării asfaltului modificat cu cauciuc, un concept inovativ pentru drumuri, generând mai multă rezistență la oboseală, flexibilitate și rezistență la condiții meteorologice extreme și poluare fonică, vizibile în timp. În această lucrare vor fi explicate și enumerate tehnologiile de utilizare ale cauciucului reciclat, demonstrând o opțiune ecologică, de înaltă performanță pentru domeniile de proiectare și inginerie.

Cuvinte cheie: cauciuc reciclat, materiale ecologice, pavele cauciucate, beton asfaltic modificat cu cauciuc

1. Introducere

În fiecare care an, peste un miliard de anvelope ajung să fie uzate, reciclarea acestora fiind dintotdeauna un proces important, o prioritate. Anvelopele reprezintă o categorie de deșuri întâlnite peste tot în mediul înconjurător, fiind totodată și unele dintre cele mai reutilizabile deșuri, compoziția unei anvelope tipice fiind prezentată în Tab.1. Cauciucul natural este o formă de polimer izopren, iar sintetic cauciucul este realizat din combinația de monomeri de stiren și butadienă. Anvelopele pentru autoturisme au o cantitate mai mare de cauciuc sintetic, în timp ce anvelopele pentru camioane conțin mai mult cauciuc natural. Componentele sintetice fac anvelopele rigide și impermeabile, crescând astfel durata de viață a acestora. Pe durata de viață a anvelopei, aproximativ 8-10% din greutatea anvelopei se pierde prin abraziune. Restul, dacă nu reciclat, durează între 80-100 de ani pentru a se descompune. Astfel, potențialul pentru reciclare a anvelopelor vechi este în mod clar foarte important.

Tabelul 1. Compoziția unei anvelope. [1]

	Anvelope pentru autoturisme	Anvelope pentru camioane
Cauciuc natural	19%	34%
Cauciuc sintetic	24%	11%
Negru de fum	26%	24%
Ulei și agenți de vulcanizare	14%	10%
Metal	12%	21%
Materiale textile	4%	0%



1.1 Prelucrarea și obținerea de materiale din anvelope uzate

Procedurile de prelucrare folosite permit distrugerea anvelopelor uzate și recuperarea ulterioară separată a diverselor componente cu un grad de puritate care să permită re folosirea acestora în alte procese ca materii prime. Procedura este una mecanică, fiind împărțită la rândul ei în mai multe faze:

- 1.) Faza de decupare a taloanelor: În această etapă de reciclare, inelul metalic din interiorul talonului este scos din anvelopa uzată prin aplicarea mașinii de decupat taloane.
- 2.) Faza de fărâmițare: Cauciucurile uzate sunt fărâmițate, până se obțin bucăți de aproximativ 100 mm
- 3.) Faza de granulare: materialul de 100 mm este redus la granule de cauciuc între 0,5 și 15 mm. Faza de granulare este etapa principală, prin care granulele fine obținute sunt folosite la producerea de: covoare de cauciuc, pavele, dale, mobilier stradal și gazon sintetic.
- 4.) Faza de măcinare: materialul de dimensiuni între 0,5 și 15 mm, care provine din faza anterioară este măcinat până se obțin granule și praf de cauciuc în bucăți cuprinse între 0 și 6 mm, în care este cuprinsă granulația 0,5-1,2 mm. [2], [3]

1.2 Aplicații ale granulelor de cauciuc în inginerie civilă

Astfel, prin reciclarea anvelopelor așa cum se observă la 1.1, granule de cauciuc devin reutilizabile și pot căpăta o serie de utilizări finale valoroase, printre care se numără și:

- terenuri de joacă pentru copii;
- construcții sportive – piste de atletism, terenuri de tenis;
- alei parcuri;
- punți pentru piscine;
- construcții zootehnice;
- pardoseli din cauciuc utilizate la exterior și la interior;
- parchet industrial și comercial;
- țiglă, bariere acustice, membrane impermeabile;
- etanșări și umpluturi industriale;
- combustibil în cuptoare de ciment;
- îmbrăcăminte de asfalt elastic și silențios;
- beton asfaltic modificat cu cauciuc. [2], [3]

2. Studiu de caz

2.1 Dalele din cauciuc granular – în vederea executării pardoselilor exterioare și interioare

Dalele de cauciuc sunt obținute din granule de cauciuc prin înglobarea în liant autopolimerizabil la presiuni și temperaturi mari. Datorită tehnologiei inovatoare și ecologice, dalele de cauciuc sunt cele mai stabile produse granulate pe bază de cauciuc și sunt utilizate în realizarea pardoselilor din cauciuc pentru exterior și la interior. Acestea reprezintă soluții sigure și durabile, în special pentru locuri de joacă și terenuri de sport. Textura antiderapantă a dalelor din cauciuc reduce riscul de alunecare și cresc nivelul de siguranță, așadar pot fi utilizate cu succes în centrele de recuperare fizică motorie. [2], [4]

Datorită formei și structurii, montarea de pavele cauciuc este posibilă pe suprafațe cum ar fi: asfalt, beton sau piatra concasată. Acestea sunt durabile în timp și pot fi reutilizate. Materialul reciclat din anvelope uzate este un liant cu poliuretani, avizat pentru contactul cu pielea. [4]

Tabelul 2. Caracteristici ale dalelor de cauciuc. – [4]

Caracteristici	Valori	Unitate de măsură
Reducere nivel zgomot	14 - 22	dB
Deformare sub sarcină	0.4 - 1.0	mm

Proprietăți mecanice și fizice ale dalelor din cauciuc granular:

- Elasticitate;
- Permeabilitate;
- Structură antiderapantă;
- Rezistență la radiațiile UV;
- Rezistență la substanțe chimice;
- Rezistență la trafic greu;
- Rezistență la procesul îngheț/dezghet;
- Izolare termică și fonică. [4]



Figura 1. Dale din cauciuc reciclat.

2.2 Betonul asfaltic modificat cu cauciuc

Una dintre aplicațiile principale ale cauciucului reciclat în domeniul ingineriei se referă la utilizarea granulelor de cauciuc în mixturile asfaltice, generând durate de viață mai mare a



șoselelor, reducerea riscului de derapare și rezultate semnificative în reducerea zgomotului pe șosele. [1]

Odată ce cauciucul este măcinat fin există diferite metode pentru a fi încorporate în amestecuri asfaltice. Există două metode principale de introducere a granulelor de cauciuc în betonul asfaltic: metoda uscată și metoda umedă. În cazul metodei uscate adăugarea granulelor de cauciuc se face în componența mineralogică a amestecului de beton asfaltic. În cazul metodei umede granulele se adaugă în bitum. Contactul de natură fizică dintre granulele de cauciuc și bitum particulele de cauciuc absorb din greutatea moleculelor liantului de asfalt și determină umflarea de până la 3-5 ori volumul din lor inițial, însoțită de creșterea masei cauciucului. Concomitent cu procesul de umflare decurge și procesul de termodistrugere a granulelor de cauciuc în mediul de bitum, deoarece cauciucul se află în stare vulcanizată. [1], [2]

Granulele de cauciuc, obținute din tocarea anvelopelor auto și introduse în bitum sau amestecul de beton asfaltic pot îmbunătăți considerabil caracteristicile acestor materiale, studiile arătând performanțele și durabilitatea drumurilor asfaltate cu betonul asfaltic cauciucat.

Tabelul 3. Componența granulometrică a materialelor folosite în betonul asfaltic cauciucat. [2]

Sită [mm]	Pietriș [%]	Nisip [%]	Liant bituminos (bitum) [%]	Granule de cauciuc [%]
25	99,51	100	100	100
20	92,91	100	100	100
15	68,13	100	100	100
12,5	54,02	100	100	100
10	40,47	94,87	100	100
5,00	12,14	88,11	100	98,76
3,00	0	80,81	100	63,54
1,25	0	66,31	100	31,18
0,63	0	45,28	100	16,44
0,315	0	17,22	96,44	7,26
0,140	0	4,27	89,56	2,7
0,071	0	2,3	76,32	1,18

În urma mai multor cercetări globale s-au constatat diverse beneficii structurale și funcționale ale betonului asfaltic cauciucat, printre care se numără și:

- Rezistență înaltă la fisurare;
- Rezistență la uzură;
- Rezistență sporită la derapaj;
- Diminuarea nivelului de poluare fonică;
- Rezistențe la condiții meteorologice extreme;
- Rezistențe sporite la îngheț-dezghet;
- Îmbunătățirea calității călătoriilor. [1]

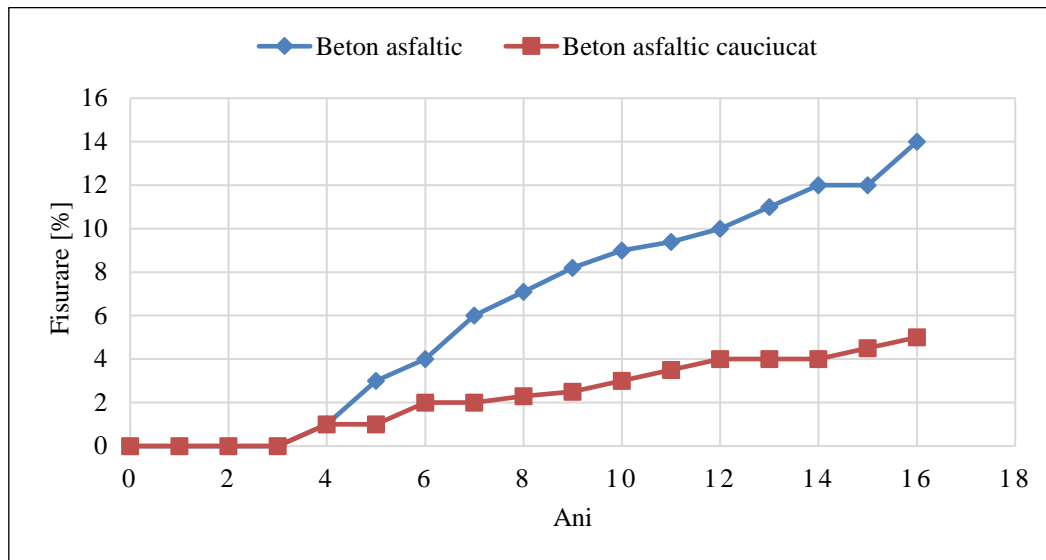


Figura 2. Performanța de amestecuri asfalt-cauciuc în ceea ce privește fisurarea. [1]

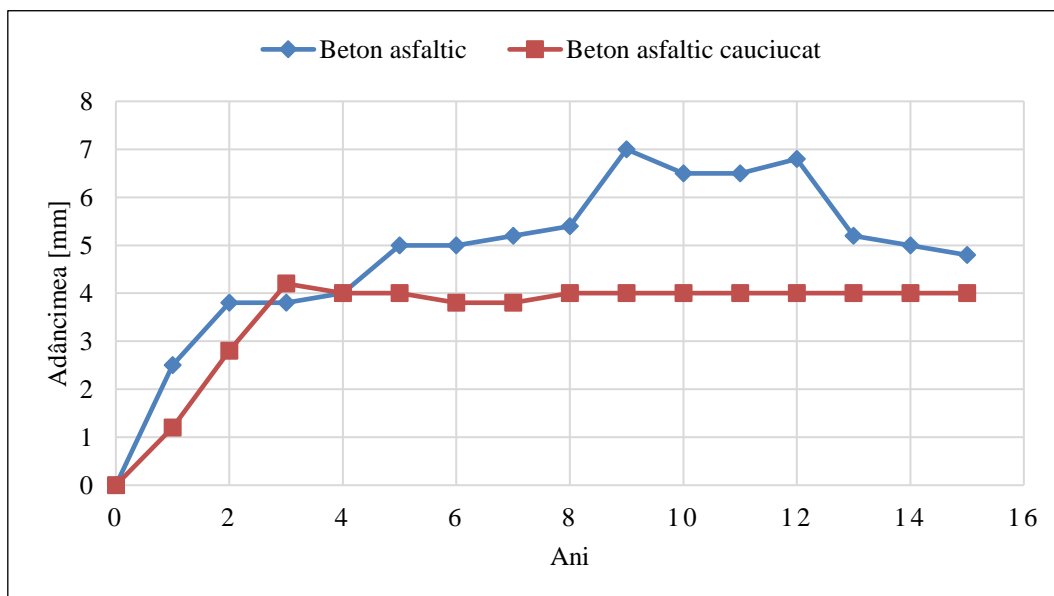


Figura 3. Adâncimea urmelor lăsate de autoturisme în betonul asfaltic și cel cu granule de cauciuc, înregistrate în timp. [2]

Studiile arată că utilizarea granulelor de cauciuc cu dimensiunile de 0,5-1,2 mm în calitate de adaos pentru modificarea bitumului în amestecurile de beton asfaltic, utilizat la construcția drumurilor, permite îmbunătățirea caracteristicilor de deformare și fisurare îmbrăcămișilor rutiere, sporește stabilitatea acestora, rezistența la îngheț și rezistența la fisurare la variația de temperaturi, rezolvându-se prin aceasta utilizarea anvelopelor auto uzate. [1], [2]



2.3 Cauciucul – combustibil alternativ în fabricile de ciment

Co-procesarea deșeurilor de anvelope și transformarea lor în combustibili și materii prime alternative în fabricile de ciment este o metodă frecvent utilizată în lume pentru a trata și a elimina aceste deșeuri în totală siguranță.

2.3.1 Fabricarea cimentului

În procesul de fabricare a cimentului, materiile prime, în principal calcar și argilă, sunt mai întâi măcinate și omogenizate într-un praf fin, care este introdus mai apoi într-un cuptor unde, la temperaturi de peste 1450 de grade C, se transformă în rocă artificială numită **clinker de ciment**.

La baza obținerii cimentului stau procese fizico-chimice complexe de descompunere a prafului de materii prime până la oxizii de calciu, siliciu, fier și aluminiu și de re-mineralizare a acestor oxizi sub formă de clincher. Acest proces complex și intens, cu consum ridicat de energie, emitând CO₂. Acesta rezultată, atât din decarbonatarea calcarului, cât și din arderea în cuptorul de clincher a diversilor combustibili (tradiționali și alternativi) pentru a obține energia termică necesară transformării prafului de materii prime în clincher de ciment.

Clincherul este apoi măcinat împreună cu gipsul și transformat în **ciment Portland**. [5]



Figura 4. Cuptor rotativ folosit pentru obținerea clincherului de ciment.

2.3.2 Cauciucul ca resursă alternativă și factorul de clincher

Factor de clincher = indice ce măsoară procentajul de clincher utilizat la fabricarea cimentului

Co-procesarea cauciucului rezidual în cuptoarele de clincher este posibilă deoarece compoziția mineralogică asemănătoare cu cea a clincherului. Arderea cauciucului în cuptoarele de clincher este un proces termic, în care produsul devine pudră și are alte utilizări, recuperându-se și conținutul său de energie. Astfel, se pot obține cimenturi compozite cu caracteristici îmbunătățite pentru diferite aplicații. [5]



Din punct de vedere al sustenabilității, reducerea factorului de clincher este una dintre metodele cele mai eficiente aplicate de fabricile de ciment, atât pentru conservarea cauciului ca resursă alternativă, cât și pentru reducerea emisiilor de CO₂, demonstrând astfel o obținuere ecologică de valorificare eficientă a cauciului uzat. În acest sens, fabricile de ciment utilizează permanent aceste soluții beneficiind de:

- Co-procesarea deșeurilor de cauciuc pentru a proteja resursele naturale;
- Livrarea de produse ecologice;
- Reducerea emisiilor atmosferice;
- Ciment cu compuși minerali ce determină îmbunătățirea betonului proaspăt - lucrabilitate, reducerea segregării și pentru betoanele întărite - creșterea rezistențelor finale, scăderea căldurii de hidratare și implicit a tendinței de fisurare ale acestora, creșterea durabilității acestora. [3], [5]

3. Concluzii

În domeniul ingineriei civile, anvelopele uzate pot fi reciclate în mai multe moduri eficiente, ce se împart în două categorii: *reciclarea cauciucului material* și *reciclarea prin procesul termic*.

În prima categorie anvelopele sunt prelucrate până la granule între 0,5 și 15 mm și respectiv praf de 0,5-1,2 mm. Din cauciucul granular se produc dalele de cauciuc folosite în special pentru terenurile de joacă și cele sportive, ele având o structură elastică, permeabilitate, rezistentă la intemperii și durabilă. Betonul asfaltic modificat cu cauciuc utilizează praful de cauciuc, iar cercetările îi confirmă rezistență înaltă la fisurare, uzură și derapaj, cât și diminuarea nivelului de poluare fonică.

În cea de a doua categorie, cauciucul este folosit drept combustibil alternativ în fabricile de ciment, procesul având loc în cuptoarele de clincher de ciment, datorită compoziției mineralogice asemănătoare.

Astfel, reciclarea cauciului contribuie la obținerea unor substanțe chimice, cu potențial energetic, pe care le regăsim în anvelopele uzate. De asemenea, prelucrarea anvelopelor uzate contribuie la apariția unor materiale noi, necesare de înaltă performanță în domeniul ingineriei civile.

4. BIBLIOGRAFIE

1. William G. Buttlar Ph. D., P.E., Punyaslok Rath, Ph.D., „*State of knowledge report on rubber modified asphalt*”, Civil and Environmental Engineering Report, University of Missouri-Columbia, 2021
2. conf.univ.dr.ing. Gheorghe Croitoru, Cristina Garaz, „*Studiul îmbrăcăminților asfaltice cu adaosuri de granule din cauciuc reciclat*”, Ministerul Dezvoltării Regionale și Construcțiilor, Facultatea de Urbanism și Arhitectură, 2016
3. Articol – EccoTree, „*Reciclarea cauciucurilor. Cum se recicleaza anvelopele uzate.*”, octombrie 15, 2020, <https://ecotree.ro/blog/cum-reciclam-anvelopele/>
4. Articol – Pardoseli Elastice Otto, „*Dale din cauciuc plane*”, 2023, <https://pardoselielastice-otto.ro/>



5. Holcim, „Dezvoltare durabilă, Strategii Globale/Inițiative locale, Raport de dezvoltare durabilă”, 2005, https://www.holcim.ro/sites/romania/files/2022-09/holcimsdreport2005_01.pdf

Figura 1. DalexPlay.ro, „Dale din cauciuc 50x50cm”, 2022, <https://dalexplay.ro/categorie-produs/dale-din-cauciuc-50x50cm/>, Comindflex, „Plăci și pavele”, <https://comindflex.ro/placi-si-pavele-din-granule-de-cauciuc/>

Figura 4. BricoRetail.ro, Aricol - „Fabrica de ciment Holcim de la Câmpulung Muscel, în cifre”, <https://www.bricoretail.ro/producatori/fabrica-de-ciment-holcim-de-la-campulung-muscel-in-cifre.html>



METODE DE REABILITARE A CLĂDIRILOR ISTORICE

Autor

Braga V.

Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică Cluj-Napoca, e-mail: bragav826@gmail.com

Îndrumător

Asist. Dr. Ing. Pleșa L.M

Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică Cluj-Napoca, e-mail: Molnar.Luminita@ccm.utcluj.ro

REZUMAT: Clădirile istorice reprezintă valorile materiale ale unui popor. De aceea, reabilitarea și păstrarea lor este esențială. Reabilitarea presupune aducerea unei clădiri la parametrii inițiali. Deși scopul principal este remedierea problemelor, o mare importanță îl are și păstrarea factorului istoric care oferă valoare și autenticitate clădirii. Defectele sunt inevitabile și reprezintă materialele, structurile, finisajele care nu respectă criteriile de performanță acceptate. Există șase factori de risc principali: mecanici, electromagnetici, termici, chimici, biologici, antropici. Fiecare componentă a clădirii fie fundația, pereții sau acoperișul necesită propria tehnică de consolidare. Pentru fundații făloșim subzidirea sau injectarea, în timp ce pentru zidărie se folosesc tiranții, consolidarea cu contraforți, cu stâlpișori din beton armat. Metodele de repararea a planșeelor depind, în totalitate de natura lor, astfel metodele diferă pentru planșeele din lemn, din grinzi metalice sau cele prefabricate. Bineînțeles, este necesară și cunoașterea unor metode moderne și ecologice de reabilitare cum ar fi utilizarea de FRP.

Cuvinte cheie: defecte de structură, consolidare, reabilitare, fundație, zidărie, planșeu.

1. Introducere

Conform Cartei de la Veneția noțiunea de monument istoric „cuprinde atât creația arhitecturală izolată, cât și așezarea urbană sau rurală care aduce mărturia unei civilizații anumite, a unei evoluții semnificative sau a unui eveniment istoric.”[1]

Indubitabil, clădirile reflectă momentul și istoria care le-a dat naștere. Mai mult decât acoperișuri și ziduri, ele reprezintă amprenta gândurilor oamenilor. Astfel, potrivit Art. 9 al aceluiași document „Reabilitarea este o operațiune ce trebuie să aibă un caracter excepțional. Ea are ca scop conservarea și punerea în evidență a valorii estetice și istorice a monumentelor și se bazează pe respectarea rămășițelor trecutului și pe documente autentice”[1]

Defectele în construcții sunt inevitabile, iar tehnologia de renovare depinde de vechimea clădirii. În timp ce etapele renovării unei clădiri construite recent și materialele utilizate coincid cu cele acceptate de lege și cu standardele actuale, pentru cele istorice, procesul este mai complex, or structura și materialele utilizate nu se supun în totalitate legilor actuale. Deci, este necesară studierea standardelor de construcții din epoca istorică corespunzătoare pentru că, „Conservarea unui monument implică și pe aceea a cadrului corespunzător. Când cadrul tradițional mai există, acela trebuie conservat și orice construcție nouă, orice amenajare, ce ar putea altera raporturile de volum și culoare trebuie interzise” (Art. 6) [1]

2. Defectele

Defectele unei clădiri pot fi definite ca degradarea unui material, component sau finisaj ca urmare a acțiunilor factorilor din mediul înconjurător, care duce la nerespectarea criteriilor de performanță acceptate.



Putem identifica 6 factori principali care afectează integritatea unei construcții:

2.1 Agenții mecanici

Aceștia impun forțe fizice asupra clădirii. Pot fi statici și permanenți ca presiunea solului sau statici și temporari ca depunerile de zăpadă pe acoperișuri. Alternativ, există și forțe dinamice: vântul sau vibrațiile provocate de activitățile seismice.

2.2 Agenții electromagnetici

Din acest grup fac parte radiațiile ultraviolete, spectrul vizibil, radiațiile cu infraroșu. Radiațiile ultraviolete deteriorează materialele organice. Deși nu penetrează adânc efectele pot fi văzute la suprafață. Astfel, majoritatea vopselelor organice sunt degradate de razele ultraviolete, la fel ca materialele bituminoase și alți polimeri sintetici.

2.3 Agenții termici

Temperatura este relevantă pentru componentele expuse direct soarelui cum ar fi acoperișurile placajele și structurile externe. Temperatura duce la schimbări temporare sau permanente a proprietăților chimice și fizice, de exemplu fragilitatea la temperaturi scăzute și accelerarea oxidării la temperaturi ridicate, în cazul elementelor din metal. Schimbările de temperatura sunt de asemenea relevante la fenomenul de expansiune și contractare a metalului.

2.4 Agenții chimici

Apa este agentul cu cea mai mare influență asupra proprietăților materialelor, în particular, la temperaturi extreme. Prezența umidității sporește reacțiile chimice, fizice și biologice, cum ar fi coroziunea metalelor sau atacurile fungice. Un alt agent chimic important este oxigenul. Este cel mai reactiv gaz prezent în volum mare în atmosferă și poate duce la coroziunea metalelor, oxidarea vopselelor, a plasticului, etanșajilor și a materialelor bituminoase.

Sulfaturile intră în reacții lente cu aluminiul tricalcic (celit I, component a cimentului Portland) și formează, la umezeală, sulfoaluminat.

Acest proces va cauza cimentul mortar sau gletul să expandeze și eventual să dezintegreze. Alți agenți precum dioxidul de carbon, dioxidul de sulf, nitrogenul, gaze prezente în atmosferă formează, datorită umidității, acizi care atacă materialele sensibile ca metalul neprotejat, betonul, alte produse de ciment și roci de construcție.

2.5 Agenți biologici

Agenții biologici pot fi împărțiți în patru categorii:

- 2.5.1 Incluziunile pe suprafață includ bacteriile, ciupercile, algele, lichenii, mușchii. Majoritatea eliberează acizi metabolici care provoacă coroziunea și deteriorarea materialelor
- 2.5.2 Insectele-paraziți dăunează în special materialelor de lemn și cherestelei
- 2.5.3 Animalele-paraziți cele mai des întâlnite sunt șoareci și șobolanii acre tind să roadă PVC-ul, cablurile electrice și materialele organice.
- 2.5.4 Plantele provoacă cele mai mari probleme, mai ales rădăcinile copacilor care penetrează fundația.



2.6 Factorii antropici

Pe lângă utilizarea abuzivă și vandalism, defectele apar și din cauza condensului creat în urma utilizării gazului propan sau a încălzitoarelor pe bază de parafină.

2.7 Mișcarea pământului

Diferențele de umiditate în sol duc frecvent la modificarea sarcinii, mai ales la clădirile înalte și cu o greutate mai mare. Solurile argiloase, datorită cantității mai de ape, tind să se miște, provocând scufundarea fundației până la balansarea completă a pământului. Alte probleme sunt provocate de rădăcinile copacilor care pot pătrunde în fundație și cauza mișcarea acestora și a unor elemente din podea. [2]

3. Defectele fundației și consolidarea acestora

Fundația reprezintă elementul de bază al unei construcții, care transmite toate încărcările terenului și de care depinde toată rezistența clădirii. Totuși, fundațiile istorice au o capacitate limitată de a asigura transmiterea încărcărilor de la construcție la teren. Ele diferă de fundațiile ingineresti mai ales prin materialele utilizat, tehnologiile de punere în operă, iar diferențe apar inclusiv la comportarea lor la acțiunile gravitaționale și a factorilor externi.

Fundațiile istorice sunt realizate majoritatea din zidărie de piatră sau de cărămidă, dar lemnul a fost și el utilizat foarte mult mai ales sub formă de piloni.

Fundațiile din materiale specifice (din cărămidă sau piatră) care folosesc mortare de var cu marcă ce rar depășește M10 sau mortare din argilă, nu sunt protejate contra agenților subterani agresivi. Ele sunt realizate cvasi-empirice din zidărie de piatră naturală sau de cărămidă cu mortar de slabă calitate, de var sau argilă. Deși expuse condițiilor agresive ale umidității pământului, de multe ori sunt insuficient de adânci în raport cu adâncimea de îngheț și zona variațiilor sezoniere de umiditate la pământurile cu contracții și umflări mari. De asemenea, conlucrarea fundațiilor realizate în epoci diferite, tasările inegale ale zonelor realizate în diferite etape constituie aspecte tehnologice majore. [4]

3.1 Piatra și cărămida

Piatra se folosea la lucrările de fundații sub formă de blocuri de piatră sau ca blocuri înglobate în masa de beton (beton ciclopian). Zidăria de piatră în fundație se execută din blocuri de formă regulată, cu dimensiuni până la 30 cm cu liant mortar de var sau argilă sau chiar fără liant. La executarea zidăriei de piatră la fundații se folosea o cantitate mai mare de mortar decât la zidăria obișnuită de cărămidă. [4]

Cărămizile arse folosite la zidăriile de fundație trebuiau să fie de calitate superioară: să fie bine arse, să prezinte o structură uniformă, să nu fie crăpate sau deformat. Având în vedere că fundația stă de obicei într-un mediu umed, cărămizile nu trebuiau să conțină grăunțe de var, care prin absorbția apei să-și mărească volumul și să ducă la degradarea zidăriei. În general se prefera cărămida dublu presată, care avea și avantajul de a fi rezistentă la acțiunea repetată a înghețului/dezghetului.[3]

3.2 Degradarea materialelor compozite

Cele mai frecvente forme de degradare sunt: fisurarea, ruperea, eroziunea, colonizare biologică, crăpăturile produse de umflarea incompletă a rosturilor în pământurile sensibile la înmuiere.



Degradarea materialului compozit este datorată mai multor fenomene: degradarea fizică, cauzată de variațiile de temperatură, foc, îngheț/dezghet, eroziunea din cauza apei, coroziune din cauza elementelor metalice înglobate; degradarea fizico-chimică, umflarea din cauza absorbției de apă, presiunea de cristalizare sau de hidratarea din pori.

3.3 Metoda injectării

Metoda injectării are ca scop umplerea golurilor existente în pământ și a fisurilor din roci și se realizează, de cele mai multe ori cu ciment, silicat de sodiu, argilă sau combinații de material: ciment și argilă, silicat de sodiu și argilă, silicat de sodiu și întăritor. Fluidele de injectare pe bază de ciment pot fi folosite la terenuri cu permeabilitate mai mare de 10-2 m/s iar cele pe bază de argilă și ciment la terenuri cu permeabilitate între 10-3 și 10-2 m/s.

Există trei tipuri de injectare: de umplere, de clacare și de compactare. Injectarea de umplere constă în pătrunderea fluidului de injectare în porii pământului și colmatarea lor. Se potrivește pentru holurile de sub pardoselile denivelate sau a golurilor din terenul de fundare. Este utilizată la pietrișuri, nisipuri mijlocii, argile nisipoase. Injectarea de clacare constă în pătrunderea substanței injectate în fisuri, formate prin hidrofracturarea terenului, datorită presiunii de injectare. Se folosește în cazul pământului argilos. Injectarea de compactare constă în umplerea cu ajutorul presiunii a golurilor artificial create în jurul injectărilor. Golurile se creează prin îndesarea pământului din jurul golurilor și umplerea lor cu fluid de injectare.[3]

Indiferent de tipul de injectare utilizat, această metodă duce la creșterea capacității portante a pământului de până la 3 ori, micșorându-se tasarea probabilă și împiedicând infiltrarea apei în pământ.

3.4 Subzidirea/Subbetonarea

O altă metodă des întâlnită este subzidirea sau subbetonarea (Figura 1). Aceasta constă în turnarea unei fundații noi sub cea veche, deja existentă. Subzidirea se folosește la clădirile care au suferit avarii din cauze neseismice legate de natura terenului și/sau interacțiunea sol/structură, și pentru cele la care intervenția implică adăugarea unor încărcări permanente importante prin: placarea cu beton armat a pereților, înlocuirea planșelor din lemn cu planșe din beton armat, supraetajarea clădirii.



Figura 1. Subzidirea

Executarea subzidirii se face prin săparea din exteriorul clădirii și nu trebuie folosită la o adâncime mai mică de 0.6 m, iar dacă depășește 1 metru aceasta se va realiza în tronsoane orizontale cu înălțimea de maxim 1m.

Această metodă se efectuează în două etape: etapa 1: în prima zi se vor săpa gropile de fundare alternativ cu lățimea de 75 cm și în aceeași zi se va turna betonul în subzidire. Etapa 2: în ziua a III-a se vor săpa gropile pentru această etapă și se va turna betonul în gropile de fundare în aceeași zi. (Figura 2)

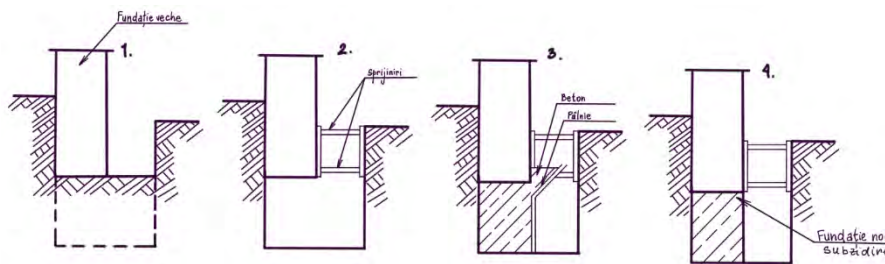


Figura 2. Etapele subzidizii

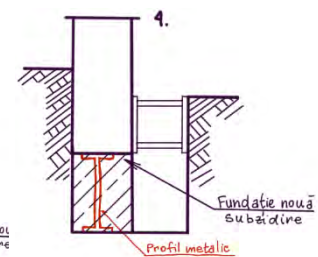


Figura 3. Subzidirea cu profil metalic

În cazul în care fundația de zidărie este degradată subzidirea se realizează în mod similar subzidirii continue, dar înglobând un profil metalic în corpul acesteia. (Figura 3)

O soluție eficientă de subzidire a construcțiilor amplasate pe terenuri dificile: mълuri, umpluturi, nisipuri fine, afânate, este executarea unui radier general, în care se înglobează grinzi transversale și longitudinale din beton armat.[3]

3.5 Cămășuirea

Dacă se constată o slabă calitate a betonului de fundații, din cauza agresivității apei subterane sau calității betonului, se poate consolida fundația prin cămășuire pe ambele fețe, ce se vor lega între ele cu ancoraje metalice ce străpung zidăria existentă. (Figura 4). [4]

4. Defectele zidăriei și consolidarea acesteia

Zidurile de sprijin sunt deseori realizate, ca și fundațiilor clădirilor istorice, din cărămidă sau piatră brută. Ele pot suferi, în timp, degradări, din aceleași motive ca și fundația. Cel mai important factor este cel legat de acțiuni exterioare. Nu se pot nega însă și alte cauze care se adaugă la efectul produs de acțiunile exterioare, în multe situații amplificându-le efectul: mișcări seismice anterioare în urma cărora nu au fost executate lucrările de consolidare corespunzătoare, degradarea în timp a materialelor sub solicitări mecanice repetate sau agresive care au dus la scăderea rezistenței, modificări ulterioare a construcției, practicarea dezordonată a unor goluri noi în pereții structurali, modificarea poziției pereților de compartimentare, schimbarea rolurilor unor spații, infiltrații de apă la terenul de fundație, care are drept consecință deplasarea fundației și ulterior a pereților.

Pentru stabilirea cauzelor care au condus la avarii, în cadrul examinării preliminare, trebuie constatate: modelul de fisurare, avariile structurale, avariile nestructurale, mecanismul de avarie, evoluția avariilor, valoarea încărcărilor permanente, temporare și excepționale.[3]

4.1 Consolidarea porțiunilor de zidărie dislocate

În plan orizontal, deplasările sunt caracteristice fundațiilor de suprafață, pe nisip sau soluri argiloase. Porțiunile de zidării dislocate se vor consolida cu tiranți metalici sub nivelul planșeelor curente sau imediat deasupra planșeelor de peste ultimul nivel. Tiranții se vor ancora

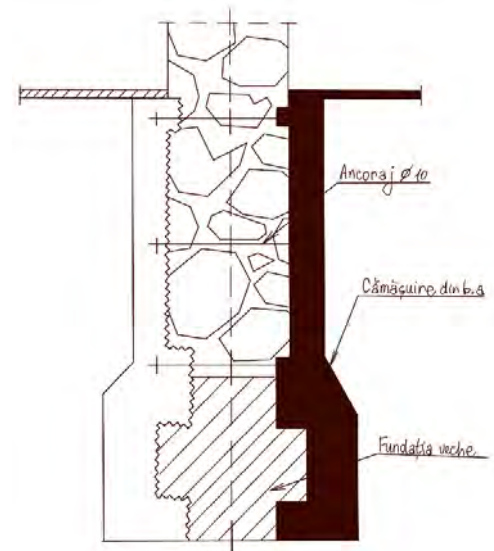


Figura 4. Cămășuirea



de zidurile portante exterioare nedegradate cu profile laminați, astfel ca să fie asigurată repartizarea uniformă a eforturilor.(Figura 5)

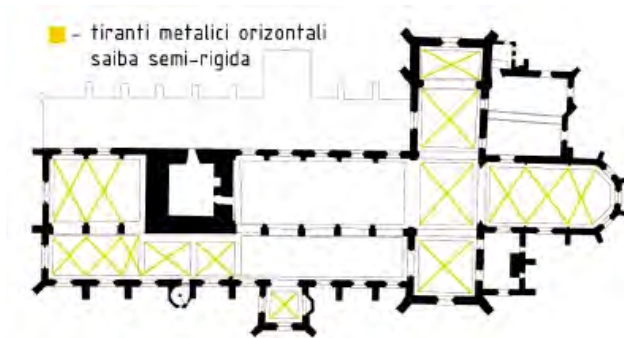


Figura 5. Tiranți

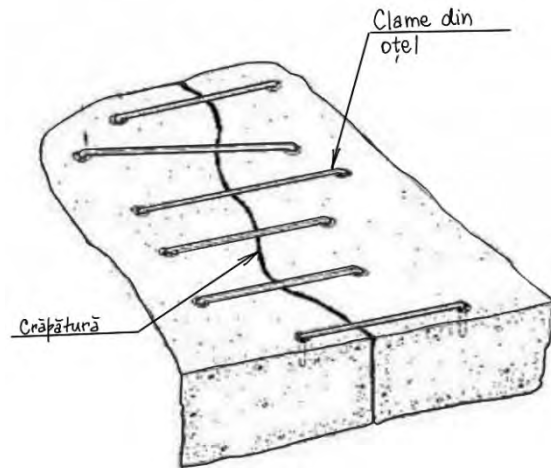


Figura 6: Țeserea cu clame din oțel

Problema mișcării pereților sau a rotirii zidurilor de sprijin se soluționează și prin realizarea unor ancoraje care să transmită încărcarea la terenul de fundare. După realizarea ancorajelor, se poate reface zidăria.



Figura 7. Injectare cu rășină epoxidică

4.2 Consolidarea pereților portanți

Avariile caracteristice zidărilor portante sunt: fisurarea după direcția uneia sau ambelor diagonale, fisuri orizontale pe înălțimea peretelui, sfărâmarea parțială a zidăriei, apariția fisurii la legăturile dintre pereți, care afectează conlucrarea pereților, degradarea buiandrugilor de la golurile ușilor și ferestrelor, degradarea arcelor și bolților.

4.2.1 Consolidarea fisurilor (metode generale)

Pentru repararea fisurilor apărute în zidărie se folosesc mai multe metode, printre acestea se numără:

- reșeserea/rezidirea zonelor cu fisuri/crăpături, înlocuind elementele deteriorate cu cărămizi sau blocuri de piatră asemănătoare celor originale (reșeserea se va face cu mortar cu proprietăți cât mai apropiate de cel original);
- țeserea cu clame din oțel (Figura 6)
- refacerea mortarului din rosturi, injectarea cu lapte de var (pentru completarea golurilor);
- injecții cu lapte de ciment, injecții cu rășini epoxidice (Figura 7) (se vor folosi numai rășini pentru care există confirmarea durabilității în timp);
- injecții însoțite de introducerea unor elemente metalice (platbande, bare rotunde);
- umplerea dislocărilor cu beton simplu sau mortar și beton armat cu bare din oțel rotund;
- placarea locală, pe traseul fisurii, cu tencuială armată (armatura de oțel, grile polimerice, țesături din polimer armate cu fibre)(Figura 8). [3]

4.2.2 Cămășuirea cu diafragme din beton armat

Totuși sistemul cel mai eficient, în scopul măririi capacității portante, este cămășuirea cu diafragme din beton armat. Grosimea cămășuiei este de 6-20 cm, cu o clasă de beton minim C12/15. Cămășuirea poate fi asociată cu armarea zidăriei prin realizarea de perforații și injectarea cu beton. [3]

4.2.3 Confinarea cu centuri și stâlpișori din beton armat

O altă metodă eficientă de consolidare a zidăriei este prin confinare cu centuri și stâlpișori din beton (Figura 9).



Figura 9. Stâlpișori din beton armat

Această tehnică are următoarele avantaje: crearea unei stări de eforturi multiaxiale prin introducerea unei forțe de compresiune în direcție perpendiculară pe sarcina aplicată, sporește rezistența în faza elastică, sporește capacitatea portantă, sporește ductilitatea la rupere.

Introducerea stâlpișorilor din beton armat implică spargeri importante în zidăria existentă și ancorarea armăturilor în fundație, din acest motiv aceasta soluție trebuie adoptată numai dacă placarea zidurilor sau alte metode mai sigure nu sunt posibile din diferite motive. [3]

4.2.4 Consolidarea cu contraforți

Se mai utilizează consolidarea cu contraforți în cazul zidurilor din piatră brută. Sistemul este compus din contrafortul din beton simplu, fundația aferentă acestuia și o grindă de legătură din beton armat, dispusă longitudinal, cu rolul de a lega sistemul. [3]



Figura 8. Tencuială armată cu oțel

4.2.5 Consolidarea cu mini piloți

Totuși, în cazul în care zidul este într-o stare relativ bună, consolidarea acestuia se poate face cu mini piloți forțați în corpul zidului. La partea superioară piloții sunt legați cu o grindă longitudinală din beton armat. Suplimentar, zidul se poate ancora cu ajutorul unui șir de ancore, dispuse la 1m în spatele zidului.[3]

4.2.6 Consolidarea cu radieri pe mini piloți

Dacă zidul este într-o stare degradată și consolidarea acestuia este dificilă, sau zidul este prăbușit și se necesită refacerea acestuia, o soluție eficientă o constituie utilizarea radierilor pe mini piloți forțați. Se execută radierul pe piloți și apoi zidul se poate reconstrui din zidăria existentă sau din una nouă, dar care să respecte legislația în vigoare în ceea ce privește reabilitarea monumentelor istorice.[3]

4.2.7 Consolidarea conlucrării dintre pereți



Lucrările pentru realizarea conlucrării între pereți sunt necesare când legăturile între pereți, la colțuri, ramificații și intersecții lipsesc sau sunt insuficiente pentru a asigura transmiterea forțelor verticale. Pentru realizarea/refacerea/consolidarea legăturilor se utilizează următoarele procedee: inserția de bare de oțel rotund în găuri forate înclinat în zidărie și umplute ulterior cu mortar, inserția de stâlpișori din beton armat la intersecția pereților, introducerea de centuri/tiranți la nivelul planșelor, post-tensionare. [6]

4.2.8 Consolidarea buiandrugilor

O altă problemă des întâlnită la clădirile vechi este degradarea buiandrugilor amplasați deasupra golurilor din pereți. Buiandrugul este un element de construcție folosit în partea superioară a unui gol practicat în zidărie. Se așază deasupra unei uși sau a unei ferestre ca să susțină materialele de deasupra acestora. Buiandrugii au un rol esențial pentru susținerea structurii de deasupra ușilor și a ferestrelor. Deși sunt inițial proiectați pentru a susține greutatea mari, factorii externi, activitatea seismică, degradarea treptată a materialului pot duce la diminuarea rezistenței la încovoiere și la forfecare crescută. Astfel, grinda nu mai e capabilă să suporte sarcinile extreme.

În acest context, consolidarea plinurilor de peste golurile se realizează prin: sporirea rezistenței la încovoiere prin introducerea imediat deasupra golului a unor profile laminati asociați cu zidăria și ancorarea în pereții alăturați, sporirea rezistenței la forța tăietoare prin placarea cu tencuiala armată cu plase de oțel sau cu alte materiale cu rezistența ridicată la întindere, sporirea simultană a rezistențelor prin instalarea de buiandrugii metalici peste gol, prinși în zidărie cu șuruburi sau ancore, injecții armate în zidărie și placarea cu tencuiala armata.[3]

4.2.9 Consolidarea arcelor și bolților

Arcele și bolțile reprezintă structuri des întâlnite la clădirile istorice, a căror rol principal este de a prelua încărcările continue de deasupra lor și de a le distribui lateral, către elementele portante verticale. Acțiunea continuă a încărcărilor dar și posibila degradare a elementelor arcelor și bolților duce la scăderea rezistențelor acestor elemente. Ele se repară în conformitate cu defectele identificate. Astfel, în cazul fisurilor, se recomandă reparația cu strepi de cărămidă, înlocuind cărămizile degradate, injectarea fisurilor cu mortare cu rășini epoxidice, introducerea de armături în perforații și ulterior injectarea, cămășuirea cu plase sudate (Figura 10), dispunerea de grinzi pentru preluarea împingerilor (Figura 11), introducerea de profile metalice peste buiandrugii în arc (Figura 12).

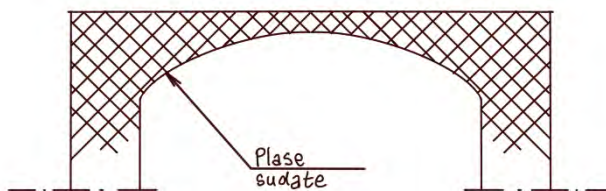


Figura 10: Cămășuirea cu plase sudate

Dacă, scopul principal este eliminarea împingerilor date de arce și bolți, atunci este necesară introducerea tiranților din oțel, ancorați corespunzător în masivul de zidărie sau a centurilor din beton armat. Se recomandă ca tiranții să aibă o pretensionare ușoară. Pe lângă reducerea sau eliminarea împingerilor

arcelor sau bolților, tiranții îmbunătățesc legăturile dintre structura orizontală și structura verticală, sporesc forța de compresiune în zidărie și cresc rezistența la forța tăietoare.

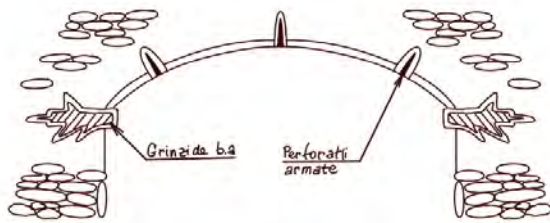


Figura 11: Dispunerea de grinzi

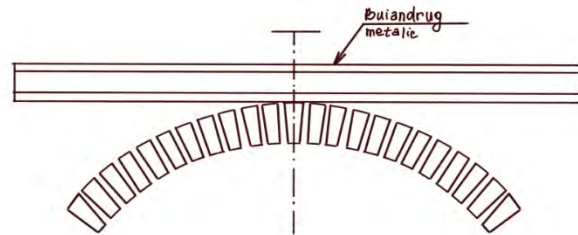


Figura 12: Introducerea de profile

Efectele împingerilor pot fi preluate și prin adăugarea unor elemente structurale cu rezistență și rigiditate adecvate (contraforți, pereți interiori suplimentari).[4]

4.3 Lucrări pentru consolidarea legăturii dintre pereți și planșee

Executarea lucrărilor pentru legarea pereților de planșee este necesară în cazul clădirilor cu planșee alcătuite din elemente care descarcă pe o singură direcție (cu grinzi de lemn sau metalice). Legarea pereților de planșeele cu grinzi de lemn sau profile din oțel se face prin ancore metalice fixate la exteriorul peretelui și de mai multe grinzi ale planșeului. Dacă planșeul se consolidează prin supra betonare armată, armăturile se ancorează în zidăria adiacentă pe toată lungimea peretelui. Elementele majore din zidărie care se dezvoltă peste ultimul planșeu (calcane, timpane) se vor ancora de șarpanta clădirii care va fi prelucrată în mod corespunzător pentru a prelua forțele datorate acțiunii seismice perpendiculară pe planul peretelui. Lucrările pentru sporirea rigidității în plan orizontal a planșeelor se aplică după caz, clădirilor a căror planșee au rigiditate nesemnificativă în plan orizontal. [4]

4.3.1 Planșee din elemente prefabricate

În cazul planșeelor din elemente prefabricate de tip fâșie cu bucle sau cu bare de legătură la extremități, fără supra betonare armată se adaugă o supra betonare cu grosime ≥ 60 mm armată cu plasă de oțel. Totuși, dacă planșeul are numai șapă nearmată aceasta se îndepărtează, pentru a evita supraîncărcarea, și se adaugă șapa armată menționată.

4.3.2 Planșee din lemn

La planșee din lemn se adaugă prin grinzile existente un strat de scânduri/dulapi perpendicular sau înclinat la 45° de direcția grinzilor. Scândurile se prind de grinzi cu un număr suficient de cuie pentru preluarea lunecărilor. Se mai recomandă și prinderea de grinzile de lemn a unui sistem de zăbrele din platbande de oțel care se ancorează în pereții de contur sau realizarea unei suprabetonări armate legate corespunzător cu grinzile din lemn și cu pereții de contur.

4.3.3 Planșee din grinzi metalice

Pentru planșeele din grinzi metalice (profile laminati) și botișoare de cărămidă sporirea rigidității se face prin sudarea la partea inferioară a profilurilor a unui sistem de zăbrele din



platbande din oțel care se ancorează în pereții de contur. În cazul clădirilor de la sfârșitul sec XIX trebuie să se verifice dacă oțelul profilurilor este sudabil.[6]

5. Metode moderne și ecologice de reabilitare

5.1 Consolidare a stâlpilor din beton armat folosind FRP (Fibre Reinforced Polymers)

Datorită tendinței actuale de protejare a mediului înconjurător, în ultimele decenii tehnicile ecologice de reabilitare a clădirilor istorice devin tot mai întrebuintate și mai valorificate pe piață. Printre acestea se numără consolidarea cu FRP sau Polimeri Armați cu Fibră. (Figura 13) Consolidările structurale efectuate cu ajutorul FRP au mai multe avantaje: ușurința de manipulare, datorită greutateii reduse a fibrelor, un proces tehnologic relativ simplu, adaptabilitate la diverse forme de secțiuni transversale. Materialul compozit este constituit din 2 elemente: rășină epoxidică cu diferite cantități, în funcție de materialele folosite, fibră, țesături sau lamele din fibră de carbon sticlă sau kevlar (aramidă).

Cea mai eficientă metodă de reabilitare cu FRP este confinarea betonului. A fost observată îmbunătățirea caracteristicilor de compresiune și deformabilitate ale betonului confinat. Avantajele principale ale acestei tehnici sunt creșterea ductilității pilonilor de beton armat, refacerea sau sporirea capacității portante la încovoiere a pilonilor și rezistența la activitățile seismice.

5.2 Contravântuirile cu flambaj împiedicat

Contravântuirile cu flambaj împiedicat au un potențial ridicat în domeniul proiectării antiseismice a structurilor datorită ductilității ridicate și a răspunsului ciclic simetric, comparativ cu contravântuirile convenționale. Efectul principal al sistemului BRB este îmbunătățirea caracteristicilor globale la nivel de forță-deformație (crește rezistența și rigiditatea).

Acestea pot fi folosite atât pentru structuri noi cât și pentru reabilitarea structurilor existente din beton armat, oțel sau zidărie. Cadrele cu BRB-uri furnizează două proprietăți cheie ale structurilor anti-seismice: rigiditatea ridicată (pentru reducerea deplasărilor relative de nivel la cutremure moderate) și ductilitate (pentru capacitatea de disipare de energie în cazul unor cutremure severe). BRB-urile au fost studiate intens la nivel mondial în ultimii 30 de ani și se regăsesc în multe aplicații practice în special în Japonia și Statele Unite. Deși au fost studiate și în Europa, ele se regăsesc aici în foarte puține aplicații. [6]



Figura 13. Polimer armați cu fibră

6. Concluzii

- Reabilitarea are ca obiectiv principal îmbunătățirea din punct de vedere static a comportării structurii, folosind materiale compatibile și procedee reversibile.
- Reabilitarea clădirilor istorice este esențială pentru că construcțiile sunt purtătoare a unui mesaj spiritual al trecutului. Operele monumentale ale fiecărui popor rămân, în zilele noastre, mărturia vie a tradițiilor lor seculare.



- Scopul principal al oricărei reabilitări este salvarea lor și protejarea clădirilor istorice și totodată a contextului, structurii și caracteristicilor istorice.
- Realizarea reabilitării trebuie să asigure rezistența în timp a structurii, dar și să folosească materiale apropiate ca proprietăți de cele originale. De asemenea, este importantă utilizarea unor tehnici care să faciliteze reparațiile ulterioare.

BIBLIOGRAFIE

- [1] Carta de la Veneția, 1964.
- [2] Barry A. R.. *Defects and deterioration in buildings*, Second Edition, 2001, Spoon Press.
- [3] Prada M.. *Curs de reabilitarea construcțiilor*, 2013.
- [4] Groza O. M.. *Reabilitarea clădirilor istorice cu structură din zidărie*, 2009.
- [5] Dăescu A. C.. *Reabilitarea elementelor de construcții utilizând materiale polimerice*, 2011.
- [6] Universitatea Politehnica Timișoara, Facultatea de Construcții. *Implementarea în practica de proiectare anti-seismică din România a contravântuirilor cu flambaj împiedicat (IMSER)*”, 2017



STUDII PRIVIND DURABILITATEA ȘI SIGURANȚA CONSTRUCȚIILOR

Autor

Cojoc Natalia-Anamaria¹

¹Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, e-mail: Cojoc.Ge.Natalia@student.utcluj.ro

Îndrumător

Asist. Dr. Ing. Luminița Monica Pleșa²

²Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, e-mail: luminita.molnar@ccm.utcluj.ro

REZUMAT: *Lucrarea prezintă un studiu de caz ce urmărește durabilitatea, determinarea principalelor erori în industria construcțiilor de-a lungul istoriei, dar și măsurile principale de prevenire ale acestora. Unele proiecte de construcții s-au confruntat cu un număr mare de incertitudini și riscuri severe, care au cauzat pagube numeroase, dintre care amintim: Falls View Bridge(1938), Teton Dam(1976), L'Ambiance Plaza(1987), The Skyline Plaza Apartment Building(1973), Ronan Point Tower(1968) și multe altele. Eșecurile construcției inhibă dezvoltarea eficientă și durabilă și ar trebui abordate în mod corespunzător. De-a lungul istoriei, industria construcțiilor a fost marcată de o serie de tendințe, dintre care amintim durabilitatea tot mai mare a materialelor utilizate. În incipitul acestei industrii s-au utilizat, în special, materialele perisabile, cum ar fi: frunzele, ramurile și pieile de animale. După un timp s-au folosit materiale naturale mai durabile, cum ar fi: argila, piatra și cheresteaua și, în cele din urmă, materiale sintetice, cum ar fi: cărămida, betonul, metalele și materialele plastice. În prezent, construcția este o parte semnificativă a culturii industriale, o manifestare a diversității și complexității sale și o măsură a stăpânirii forțelor naturale, care poate produce un mediu construit foarte variat pentru a servi nevoilor diverse ale societății.*

Cuvinte cheie: Durabilitate, Siguranță, Erori, Materiale de construcții, Beton, Lemn.

1. INTRODUCERE

Principala întrebare a construcțiilor este de a pune temeliile unui mediu artificial cu condiții optime pentru a adăposti umanitatea, dar și pentru desfășurarea activităților umane, adaptat necesităților impuse de utilizatori.

De-a lungul istoriei, industria construcțiilor a fost marcată de o serie de tendințe, dintre care amintim durabilitatea tot mai mare a materialelor utilizate. În incipitul acestei industrii sau utilizat, în special, materialele perisabile, cum ar fi: frunzele, ramurile și pieile de animale. După un timp s-au folosit materiale naturale mai durabile, cum ar fi: argila, piatra și cheresteaua și, în cele din urmă, materiale sintetice, cum ar fi: cărămida, betonul, metalele și materialele plastice. În prezent, construcția este o parte semnificativă a culturii industriale, o manifestare a diversității și complexității sale și o măsură a stăpânirii forțelor naturale, care poate produce un mediu construit foarte variat pentru a servi nevoilor diverse ale societății.

În ceea ce privește construcțiile civile, industriale, drumuri și poduri sunt folosite o gamă variată de materiale naturale sau chiar artificiale, specifice construcției aflate în derulare. Orice construcție din lume trebuie să fie stabilă, rezistentă și de durată la diversele solicitări la care este supusă în timpul exploatarei. Astfel că, buna funcționare a unei construcții depinde, nu numai de proiectare, ci și de justa întrebare a materialelor și de calitatea acestora.



Materialele de construcții se clasifică în următoarele categorii: piatra naturală pentru construcții, lianți minerali și organici, mortare și betoane de ciment, produse din lemn, din metal, produse ceramice, produse din mortare și betoane, materiale pentru izolații, pentru zugrăveli și vopsitorii, materiale din polimeri, etc.[1]

1.1 BETONUL ȘI LEMNUL

Dintre materialele de construcții enunțate mai sus, cel mai important este **betonul**. Acesta este un material de construcție ieftin, larg disponibil și relativ ușor de utilizat. Betonul este folosit pe șantiere pentru a realiza elemente de construcție într-o mare varietate de forme, moduri de finisare și dimensiuni, rezultând dezvoltarea unor game variate de construcții din beton. Componentele de bază ale unui beton sunt oxizii de Si, Al și Fe, care se regăsesc și în rocile naturale durabile. Astfel, există un număr limitat de efecte ale mediului natural care pot degrada rapid un beton calitativ.

În anul 1837, Vicat era preocupat de faptul că modul deficitar, neglijent de execuție a lucrărilor de construcții poate cauza deteriorarea rapidă a acestora, astfel că problema durabilității betonului a apărut cu mult timp în urmă.[2]

Lemnul este un material de construcție neomogen cu structură internă fibroasă, ce datează din Neolitic. Acesta este compus în cea mai mare parte din celuloza și lignina, alături de rășini, apă, gume și alte substanțe. De-a lungul timpului lemnul avea diverse întrebuințări, astfel că, inițial a fost utilizat drept unealtă de lucru, apoi drept combustibil, devenind în scurt timp material de construcție și nu în ultimul rând materie primă pentru mobilă, hârtie și altele. În ziua de azi, lemnul se clasează pe locul doi, după betonul armat ca grad de utilizare în construcții, acesta fiind folosit și la construcții temporare: cofraje, schele, protecții, distanțieri, etc. [3]

1.2 DURABILITATEA ȘI SIGURANȚA CONSTRUCȚIILOR

Durabilitatea se definește ca fiind intervalul de timp în care principalele elemente de construcții au o durată de funcționare, fără pierderea calității necesare exploatarii optime și poate fi de mai multe tipuri: ridicată (de gradul I) și este peste 100 de ani; mijlocie (de gradul II) între 50 și 100 de ani; normală sau obișnuită (de gradul III) între 20 și 50 de ani. Cele care au o durată de funcționare sub 20 de ani sunt considerate construcții cu caracter provizoriu.[4]

Siguranța reprezintă totalitatea condițiilor care trebuie să fie îndeplinite la proiectarea și execuția unei construcții, pentru ca în viitor aceasta să nu sufere avarii, rezultate în urma acțiunii diversilor factori.

Cauzele fundamentale ale problemelor de durabilitate a structurilor de beton, conform studiilor din Marea Britanie, sunt scoase în evidență în Figura 1. În Figura 2 sunt prezentate deficiențele tipice întâlnite în structurile de beton, iar în Figura 3 sunt prezentați factorii care afectează durabilitatea betonului.[5]

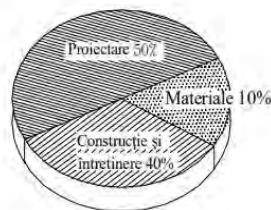


Figura 1. Cauzele problemelor de durabilitate.

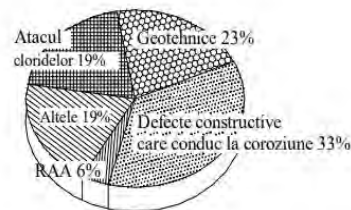


Figura 2. Probleme tipice durabilității betonului.

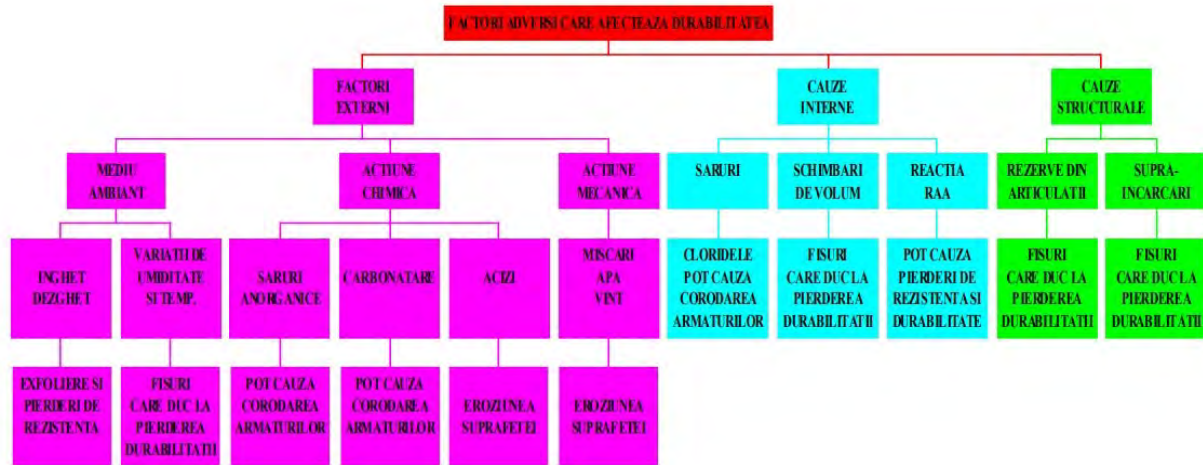


Figura 3. Factori adversi care afectează durabilitatea

Lemnul folosit drept material de construcții este expus în mare parte la alterări cromatice, urmate de reducerea substanțială a proprietăților mecanice, rezultând deteriorări majore care duc, într-un final la înlocuirea acestuia. Un studiu realizat în anii '50 de prof. S. I. Vanin arată faptul că în condiții favorabile, lemnul are proprietatea de a se păstra mult timp fără a putrezi și fără a se distruge, lucru evidențiat în Tabelul 1, în care durabilitatea naturală a tuturor speciilor lemnoase enumerate este raportată la stejar (a cărui durabilitate este egală cu 100 de ani). În Tabelul 2 este prezentată durabilitatea lemnului diferitelor specii, utilizat în aer liber și în încăperi închise, la umiditate constantă și variabilă, iar în Tabelul 3 este prezentată durabilitatea lemnului cercetată și în cazul când acesta este așezat pe sol. [6]

Tabelul 1. Durabilitatea naturală a speciilor lemnoase

Specia	În aer liber	În apă	În aer uscat
Stejar	100	100	110
Ulm (duramen)	90	90	90
Larice (duramen)	85	80	95
Pin bătrân (duramen)	85	80	90
Pin tânăr (duramen)	60	70	60
Molid	75	50	75
Frasin	64	–	–
Fag	60	70	40
Plop tremurător	50	–	95
Anin	40	100	38
Mesteacăn	40	–	38
Salcie	30	–	35
Plop alb sau negru	30	–	35

Tabelul 2. Duritatea lemnului -aer liber+încăperi închise

Specia	Durabilitatea lemnului, în ani			
	În aer liber (ventilat)	În aer închis și în încăperi neaerisite	În uscăciune permanentă	În umiditate permanentă
Anin	5	2	400	800
Plop tremurător	3	1	500	10
Mesteacăn	5	3	500	10
Frasin	20	3	500	10
Salcie	5	4	600	20
Fag roșu	10	5	800	10
Brad	45	20	900	60
Molid	50	25	900	70
Pin	80	120	1000	500
Artar	10	5	1000	10
Carpen	–	30	1000	750
Ulm	100	180	1500	1000
Larice	90	150	1800	600
Stejar	120	200	1800	700

Tabelul 3. Durabilitatea lemnului-așezat pe sol

Specia	Durata de păstrare (serviciu) a traverselor așezate pe sol, ani
Stejar	14,0 - 16,0
Fag	2,5 - 3,0
Larice	9,0 - 10,0
Pin	7,0 - 8,0
Brad	4,0 - 5,0
Molid	5,0 - 5,0



2. STUDIU DE CAZ

De-a lungul istoriei au existat numeroase evenimente neprevăzute ce au pus în pericol viața oamenilor și a mediului înconjurător, astfel că în paginile ce urmează sunt prezentate 5 construcții ce au eșuat din cauza anumitor factori: Falls View Bridge(1938), Teton Dam(1976), L'Ambiance Plaza(1987), The Skyline Plaza Apartment Building(1973), Ronan Point Tower(1968).[7]

2.1 FALLS VIEW BRIDGE (1938)

Pe 27 ianuarie 1938, Podul Falls View, cunoscut și sub denumirea de „Podul Luna de Miere” și „Podul Arc de Oțel Superior”, s-a prăbușit în râul Niagara (Figura 4), ca urmare a unui blocaj puternic de gheață. În momentul în care a fost construit (a fost deschis traficului în 1898) era cea mai lungă structură de acest fel din lume, cu o deschidere de puțin peste 256 de metri și o lungime totală de 377 de metri. Proiectat de inginerul L.L. Buck, avea șine duble pentru tramvaie electrice și, de asemenea, găzduia vagoane și pietoni. Podul de oțel cu arc avea o punte de lemn, iar stâlpii se ridicau la doar câțiva metri deasupra nivelului apei.

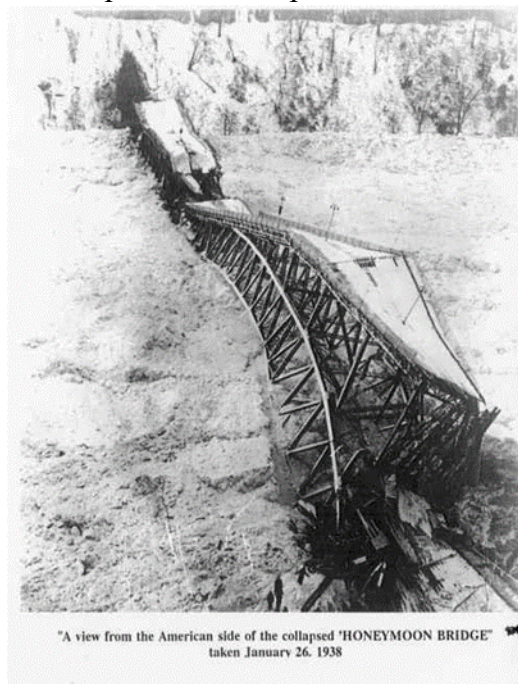


Figura 4. Prăbușirea podului

Blocajul de gheață s-a format în noaptea de 25 ianuarie 1938. Până în după-amiaza următoare, gheața s-a adunat până la o înălțime de 15 m deasupra nivelului normal al râului sau la 3 m deasupra bolțurilor care susțin arcul. Pachetul de gheață s-a deplasat în aval, ca un ghețar, pe aproximativ 122 m, acoperind cel puțin 9 m din structura din amonte, provocând eșecul multor elemente de contravântuire. La scurt timp după aceea, structura a fost închisă circulației.

Mișcarea pachetului de gheață a fost oprită, dar țesătura din amonte a continuat să se miște foarte lent în aval, însoțită de flambaje și defecțiuni suplimentare ale elementelor secundare.

În după-amiaza zilei de 27 ianuarie, secțiunea cu cataramă a coardei inferioare s-a rupt cu un semnal puternic și podul s-a prăbușit. Podul a fost înlocuit cu Arcul Curcubeu, o nervură cu arc fix de 290 m deschidere.



2.1.1 CONCLUZIE

Cauza principală a defecțiunii a fost apropierea masei de gheață de structură și flexibilitatea structurii. Deși nu este întotdeauna posibilă proiectarea pentru fenomene naturale neobișnuite, fundația podurilor ar trebui protejată acolo unde este posibil.

2.2 TETON DAM (1976)

Barajul Teton a fost un baraj de pământ înalt de 90 m, construit într-un canion abrupt cu pereți erodat de râul Teton în Idaho, în vestul Statelor Unite. Secțiunea transversală tipică, prezintă un miez de nămol larg, cu cochilii în amonte și în aval constând în principal din nisip și pietriș.

Barajul a cedat la 5 iunie 1976, când nivelul apei din rezervor era la o altitudine de 9 m sub creasta digului și 1 m sub creasta deversorului. Încălcarea crestei barajului și defectarea completă a fost precedată pe o perioadă de două zile de creșterea cantităților de infiltrații. Această infiltrație a fost observată inițial la 460 m în aval și mai târziu pe fața din aval a barajului.

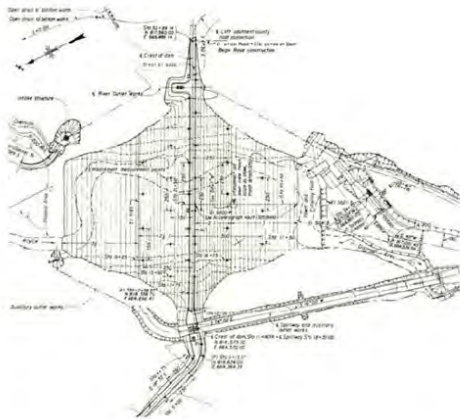


Figura 5. Detalii de construcție a barajului Teton, vedere în plan



Figura 6. Secvența de defecțiune a barajului Teton, eroziune inițială



Figura 7. Secvența de defecțiune a barajului Teton, infiltrația se extinde



Figura 8. Secvența de defecțiune a barajului Teton, eșecul barajului



Studiul mediului și structurii barajului a dat vina pentru prăbușire pe solul de loess permeabil folosit în miez și pe riolit fisurat (crăpat) din culeele barajului care a permis apei să se scurgă în jurul și prin barajul de umplere de pământ. S-a constatat că loessul permeabil era crăpat. Se crede că, combinația acestor defecte a permis apei să se scurgă prin baraj și să ducă la eroziune internă, numită conducte, care a provocat în cele din urmă prăbușirea barajului.

Un comitet de investigare a identificat rapid conductele ca fiind cea mai probabilă cauză a defecțiunii, apoi și-a concentrat eforturile pe determinarea modului în care a început conducta. Primul a fost curgerea apei sub umplutura extrem de erodabilă și neprotejată, prin rosturile din roca neetanșată de sub capacul de chit și dezvoltarea unui tunel de eroziune. Al doilea a fost „fisurarea cauzată de deformări diferențiale sau de fracturarea hidraulică a materialului miezului”.

2.2.1 CONCLUZIE

Cauza fundamentală a defecțiunii poate fi privită ca o combinație de factori geologici și decizii de proiectare care, luate împreună, au permis dezvoltarea eșecului.

2.3 L'AMBIANCE PLAZA (1987)

L'Ambiance Plaza a fost un proiect rezidențial de 16 etaje în construcție în Bridgeport, Connecticut. Prăbușirea L'Ambiance Plaza a fost una dintre cele mai grave dezastre din istoria modernă a Connecticutului, ucigând 28 de muncitori. Eșecul s-a datorat, probabil, solicitărilor mari ale betonului asupra plăcilor de pardoseală prin procesul de amplasare, care a dus la fisurare, terminând cu un tip de defecțiune prin perforare. Mai mulți factori prezenți în secvența de proiectare și construcție au fost identificați fie ca mecanisme de declanșare, fie ca contribuitoari la amploarea acestei catastrofe.

Acestea au inclus plasarea necorespunzătoare a unora dintre tendoanele de pretensionare și instabilitatea generală a cadrului în timpul construcției.



Figura 9. Prăbușirea L'Ambiance Plaza



Figura 10. Eșecul L'Ambiance Plaza



2.3.1 CONCLUZIE

Tragedia prăbușirii L' Ambiance Plaza a dat impuls eforturilor menite să asigure integritatea structurală în timpul fazei de construcție a unui proiect. Acest eșec a subliniat necesitatea de a evalua cu atenție detaliile și secvențierea în mod specific pentru fiecare proiect și fiecare sit.

2.4 THE SKYLINE PLAZA APARTMENT BUILDING (1973)

Complexul Skyline Plaza situat în comitatul Fairfax, Virginia a fost un complex rezidențial-comercial de 200 de milioane de dolari, care includea opt blocuri de apartamente, șase clădiri de birouri, un hotel și magazine.

La 2 martie 1973, clădirea de 26 de etaje Skyline Plaza, aflată în construcție în Bailey's Crossroads s-a prăbușit, ucigând 14 muncitori constructori și rănind alți 35. Clădirea s-a prăbușit în timp ce sprijinirea era înlăturată din betonul nou turnat între etajele 22 și 23 ale clădirii, iar la etajul 24 era pus mai mult beton. O macara de urcare de la etajul 24 a căzut la pământ în urma prăbușirii. Inițial s-a presupus în mod fals că prăbușirea a fost legată de căderea macaralei. Prăbușirea a lăsat un spațiu de 18 m lățime în clădire de sus în jos, lăsând-o să arate ca două clădiri separate. În ziua următoare prăbușirii, s-a speculat că prăbușirea s-a întins până la al doilea sau al treilea etaj de subsol.



Figura 11. Eșecul The skyline plaza apartment BUILDING

Comitatul Fairfax l-a angajat pe profesorul Ingvar Schousboe de la Universitatea din Illinois, Urbana, inginer civil, pentru a investiga cauza prăbușirii. El a stabilit că Figura 11. Eșecul The Skyline prăbușirea s-a produs din cauza îndepărtării premature a Plaza Apartment BUILDING sprijinirii de sub podelele nou turnate.

Planurile arhitecturale precizau ca cofrajele din lemn din jurul pilonilor de susținere din beton turnat raman pe loc pentru cele doua etaje de sub pardoseala care se turnase deoarece acel beton nu se intarise suficient pentru a oferi suportul necesar. George Taylor, un muncitor pentru Northwest Sheet Metal, Inc., a susținut că muncitorii au scos suporturi de beton „prea repede. Ei încercau să facă treaba prea repede”.



2.4.1 CONCLUZIE

Skyline Plaza a fost una dintr-o serie de eșecuri de prăbușire progresivă care au dus la implementarea de secțiuni speciale de inspecție în codurile de construcție și cerințe pentru revizuirea problemelor de prăbușire progresivă în timpul fazei de proiectare a proiectelor structurale. Investigația a evidențiat încălcări grave ale cerințelor de construcție specificate și ale practicilor standard, inclusiv nerespectarea standardelor de construcție OSHA, după cum urmează: încălcarea cerințelor de a acoperi complet cele două etaje de sub podeaua turnată, nerespectarea timpului de întărire adecvat înainte de îndepărtarea sprijinirii (în special îndepărtarea prematură a formelor de etaj al 22-lea), nepregătirea sau testarea probelor de beton întărit pe teren, utilizarea suporturilor deteriorate și/sau lipsite de apă, instalarea necorespunzătoare a macaralei „cățărațoare”.

2.5 RONAN POINT TOWER (1968)

Ronan Point era un bloc turn cu 22 de etaje din Canning Town din Newham, East London, care s-a prăbușit parțial la 16 mai 1968, la doar două luni după deschidere. O explozie de gaz a dus la explozia mai multor pereți portanți, provocând prăbușirea unui întreg colț al clădirii; patru persoane au murit și 17 au fost rănite. Natura spectaculoasă a eșecului (cauzată atât de proiectarea proastă, cât și de construcția proastă) a condus la o pierdere a încrederii publicului în clădirile rezidențiale înalte și au rezultat schimbări majore în reglementările britanice privind construcțiile. Ronan Point, numit după viceprimarul Harry Ronan (fost președinte al Comitetului pentru locuințe al cartierului londonez Newham), a făcut parte din valul de blocuri turn construite în anii 1960 ca locuințe prefabricate ieftine, la prețuri accesibile pentru locuitorii din West Ham și alte locuințe.



Figura 12. Eșecul-Ronan Point Tower

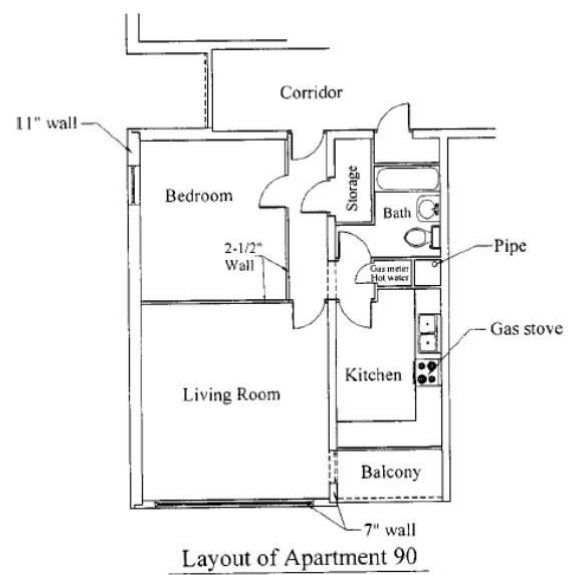


Figura 13. Planul apartamentului Ronan Point.

Turnul a fost construit de Taylor Woodrow Anglian folosind o tehnică cunoscută sub numele de construcție cu sisteme mari de panouri, care implică turnarea secțiunilor mari prefabricate



din beton în afara amplasamentului și fixarea lor împreună pentru a construi clădirea. Construcția a început în 1966 și a fost finalizată la 11 martie 1968. La aproximativ 5:45 am pe 16 mai 1968, rezidenta Ivy Hodge a intrat în bucătăria ei din apartamentul 90, un apartament de colț de la etajul 18 al clădirii, și a aprins un chibrit pentru Tower aprinde aragazul pentru o ceașcă de ceai.

Îmbinarea acestora a declanșat o explozie de gaz care a aruncat în aer pereții laterali portanți, care susțineau cele patru apartamente de deasupra. Pereții de flanc au căzut, lăsând etajele de deasupra nesprijinite și provocând prăbușirea progresivă a colțului de sud-est al clădirii.

Clădirea tocmai se deschisese, iar trei din cele patru apartamente aflate imediat deasupra celei lui Hodge erau neocupate. Patru dintre cei 260 de rezidenți au murit imediat și șaptesprezece au fost răniți, inclusiv o tânără mamă care a rămas blocată pe un pervaz îngust când restul sufrageriei ei a dispărut. Hodge a supraviețuit, după ce a fost aruncată în aer prin cameră.

2.5.1 CONCLUZIE

Experiența Ronan Point a subliniat din nou necesitatea de a fi conștienți de posibilitatea prăbușirii progresive a dotărilor construite, de dorința de a asigura redundanță – sau posibilități de siguranță în sistemele structurale și necesitatea asigurării controlului calității în procesul de construcție. De asemenea, tehnologia de construcție a sistemului nu a fost niciodată destinată clădirilor de această înălțime și a fost împinsă cu mult peste limitele siguranței. A fost deranjant faptul că, clădirea se conforma codurilor în vigoare la acel moment în Regatul Unit, ceea ce a dus la revizuirea acestor coduri.

3. CONCLUZII FINALE

Construcțiile ingineresti reprezintă o adevărată provocare în ziua de azi. Defecțiunile pot apărea în timpul construcției, în orice moment pe durata de viață a acestuia, dar și în timpul demolării, datorate următoarelor erori neprevăzute: erori de proiectare și omisiuni, defecte de construcție, materiale defecte, defecte ale sistemului și ale componentelor, etc. Odată ce o clădire sau o structură este în funcțiune, defecțiunea nu este direct atribuită proiectării, ci cel mai adesea este cauzată de unul sau mai mulți factori: deteriorare, daune, evenimente catastrofale, supraîncărcare, etc.

BIBLIOGRAFIE

1. Clasificarea Materialelor de Construcție | PDF (scribd.com) (data accesării-08.04.2023)
2. <https://ro.wikipedia.org/wiki/Beton> (data accesării-08.04.2023)
3. <https://mihaivale.ro/lemnul-material-de-construcție/> (data accesării-09.04.2023)
4. <https://ro.wikipedia.org/wiki/Construc%C8%9Bii> (data accesării-12.04.2023)
5. https://www.ct.upt.ro/studenti/cursuri/dan/Stabilirea_capacitatii_portante/1_Durabilitatea%20construcțiilor.pdf (data accesării-18.04.2023)
6. https://www.revistaconstrucțiilor.eu/wp-content/uploads/2009/10/nr_53_octombrie_2009.pdf (data accesării-18.04.2023)
7. Paul A. B., Pamalee A. B., Norbert J. D., Kevin M. P., *Failure Case Studies in Civil Engineering: Structures, Foundations, and the Geoenvironment*, Publisher : Amer Society of Civil Engineers; 2nd edition (October 15, 2012)



ANALIZAREA ȘI STUDIEREA POSIBILITĂȚII REUTILIZĂRII DEȘEURILOR DE CAUCIUC, STICLĂ ȘI SCOICI ÎN COMPOZIȚIA UNOR MORTARE

Autori

L. DALL'ARA¹, A. DAVID¹

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

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

Îndrumător

Asist. Dr. Ing. Luminița PLEȘA¹

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

REZUMAT: *Gestionarea deșeurilor reprezintă o problemă majoră cu care societatea se confruntă la momentul actual. Există numeroase cercetări prin care se încearcă găsirea unor soluții cât mai eficiente prin minimizarea producției de deșeuri, recuperarea, reciclarea, reutilizarea și valorificarea acestora, cât și promovarea tehnologiilor moderne în domeniu. Conform studiilor actuale, deșeurile sunt privite în mod tradițional ca o sursă de poluare, însă deșeurile bine gestionate pot genera beneficii suplimentare cum ar fi reducerea cererii de resurse naturale, economisirea energiei și a resurselor financiare. Având în vedere acest considerent, lucrarea de față vine cu soluții privind reutilizarea deșeurilor de cauciuc, sticlă și scoici, în compoziția mortarelor, folosite ca înlocuitor de agregat. Programul experimental propune realizarea unor mortare de zidărie, ce au fost analizate din punct de vedere al caracteristicilor fizico-mecanice, rezistența la compresiune și respectiv la rezistența la întindere din încovoiere la 28 de zile.*

Cuvinte cheie: sticlă, cauciuc, scoici, mortar, rezistență la compresiune, rezistență la încovoiere

1. Introducere

Utilizarea cauciucului, sticlei și scoicilor ca alternative și înlocuitori ai sorturilor din rețeta de mortar reprezintă o abordare valoroasă pentru gestionarea deșeurilor comune și promovarea dezvoltării durabile.

Aceste materiale pot fi transformate în particule mici și adăugate în mortar, contribuind la reducerea impactului negativ asupra mediului, în locul utilizării nisipului. Cauciucul rezultat din pneuri uzate poate fi utilizat pentru a conferi mortarului proprietăți de flexibilitate și rezistență la tensiune, sticla măcinată poate îmbunătăți durabilitatea și rezistența acestuia, iar scoicile pot adăuga caracteristici termoizolante și o rezistență superioară.

Prin valorificarea acestor deșeuri și integrarea lor în rețeta de mortar, putem obține materiale de construcție mai durabile și mai sustenabile, contribuind astfel la protejarea mediului înconjurător.



Astfel, adoptarea acestei abordări poate reprezenta un pas important în direcția unei economii circulare și a unei construcții mai sustenabile.

2. Materiale și metode utilizate

Programul experimental urmărește reutilizarea deșeurilor de cauciuc fulgi, cauciuc sub formă de pulbere, deșeuri de scoici și respectiv deșeuri de sticlă în compoziția unui mortar de tip M10, ca înlocuitor de nisip în diferite sorturi.

Astfel s-au realizat cinci tipuri de mortare de zidărie, având ca punct de referință un mortar M10, având caracteristicile conform standardelor în vigoare, prezentate în tabelul de mai jos.

Tabel 1. Caracteristici mortar M10

Clasa mortar	Tipul mortarului	Rezistența la compresiune specificată N/mm ²	Rezistență medie la compresiune în momentul încercării N/mm ²
M10	ciment	10,0	$10,00 < f_m < 12,5$

2.1 Materiale

În compoziția mortarelor propuse s-au utilizat următoarele componente: ciment alb Portland, nisip având granulația cuprinsă între 0 și 2 mm, deșeuri de cauciuc, deșeuri de scoici și sticlă și respectiv apă.

- *Cimentul*

Rețetele de mortar au fost realizate cu ciment alb 52,5 conform Tabelului 2.

Acest tip de ciment se caracterizează printr-un grad înalt de alb, de peste 85%, ceea ce conferă stabilitate și claritate culorii. De asemenea, are o rezistență superioară de 52,5, garantând performanțe ridicate ale betonului. Aceste caracteristici aduc contribuții semnificative în obținerea de suprafețe netede și elegante, care sunt durabile și rezistente în timp.

Tabel 2. Caracteristicile cimentului utilizat

Brand	Holcim
Model	Blanco Plus
Compoziție	Ciment alb Portland
Timp inițial de priza (min)	45

- *Nisipul*

Nisipul utilizat în cadrul programului experimental este un nisip de râu, având granulația cuprinsă între 0-2 mm. Nisipul a fost spălat înainte de utilizare pentru a elimina posibilele impurități și părțile levigabile, după care acesta a fost sortat (0-0,5; 0,5-1; 1-2 mm), conform unei curbe granulometrice. Utilizarea unui nisip curat și sortat în cadrul programului



experimental este esențială pentru asigurarea unei compoziții optime a mortarului și a calității construcțiilor realizate.

- *Apa*

În ceea ce privește mortarele apa joacă un rol important în compoziția lor, de aceea apa utilizată a fost apă potabilă din orașul Cluj-Napoca, România.

- *Deșeuri utilizate*

Deșeurile utilizate în programul experimental sunt: deșeuri din fulgi de cauciuc (fig.1), deșeuri din pulbere de cauciuc (fig.2), deșeuri din scoici (fig. 3) și deșeuri de sticlă (fig. 4). Aceste tipuri de deșeuri au fost alese deoarece acestea reprezintă un factor poluant în ceea ce reprezintă mediul. Conform studiilor actuale, cantitățile generate sunt ridicate în ceea ce le privește, iar reutilizarea lor în compoziția mortarelor ar putea reprezenta o soluție privind reducerea cantităților care dăunează mediului înconjurător. Deșeurile utilizate au fost măcinate și sortate pe diferite sorturi (0-0,5; 0,5-1; 1-2 mm) în cadrul laboratoarelor puse la dispoziție de Facultatea de Construcții din Cluj-Napoca.

În figurile de mai jos prezentate deșeurile utilizate în rețetele propuse.



Figura 1. Deșeuri din fulgi de cauciuc Figura 2. Deșeuri din pulbere de cauciuc
Figura 3. Deșeuri de scoici Figura 4. Deșeuri de sticlă

Deșeurile prezentate mai sus vor substitui agregatele în compoziția mortarelor în diferite procente.

2.1. Compoziția mortarelor realizate

Rețetele propuse, sunt prezentate în tabelul 2, în vederea încercării s-a turnat 3 epruvete pentru fiecare tip de amestec, pentru testarea lor în ceea ce privește rezistența la compresiune și întindere din încovoiere.



Pentru testarea mortarelor propuse s-au realizat epruvete având dimensiunile de 40x40x160mm și au fost testate la 28 de zile.

Epruvetele au fost preparate în Laboratorul de Materiale de Construcții cu ajutorul unui malaxor automat.

Valorile prezentate în tabelul de mai jos pentru reprezentative pentru o cantitate de un litru.

Tabel 3. Rețetele de mortar

Tip de mortar	Cantitate de apă [ml]	Cantitate de ciment alb [Kg]	Nisip pe sorturi [Kg]			Fulgi de cauciuc (1-2) mm [Kg]	Pulbere de cauciuc 0-0,5 mm [Kg]	Scoici măcinate 1-2 mm [Kg]	Sticlă 0-0,5 mm [Kg]
			0-0,5 mm	0,5-1 mm	1-2 mm				
Mortar standard	350	0,323	0,3	1	0,3	-	-	-	-
Mortar cu cauciuc fulgi	420	0,323	0,3	-	0,3	0,300	-	-	-
Mortar cu cauciuc pulbere	520	0,323	-	1	0,3	-	0,300	-	-
Mortar cu scoici	500	0,323	0,3	1	-	-	-	0.300	-
Mortar cu sticlă	365	0,323	-	1	0,3	-	-	-	0.300

Probele au fost turnate în prisme și apoi au fost ținute 7 zile în cutia cu aer umed, apoi au fost mutate într-o cameră de păstrare având umiditate $(65 \pm 5)\%$ și temperatura $(20 \pm 4)^\circ\text{C}$ până la data testării.

2. 2. Metode utilizate

Testarea mortarelor s-a realizat atât în stare proaspătă cât și în stare întărită, conform standardelor în vigoare.

- *Determinarea consistenței mortarelor*

În vederea analizării impactului deșeurilor asupra compoziției în stare proaspătă a mortarelor propuse, s-a studiat consistența lor, utilizându-se masa de împrăștiere, conform standardului SR EN 1015-3/SR EN 1015-3/A2. Valoarea consistenței s-a determinat prin



măsurarea a doua diametre perpendiculare atât pe mortarul standard, cât și pe mortarele cu deșeuri.

- Determinarea densității aparente în stare întărită a mortarelor

Determinarea densității aparente a mortarelor întărite s-a determinat aplicând raportul dintre masa obținută pe mortarul întărit după uscare și volumul epruvetei la 28 de zile conform normelor în vigoare.

- *Determinarea rezistenței la întindere prin încovoiere*

Determinarea rezistenței la întindere prin încovoiere s-a realizat conform SR EN 101511. Testarea s-a realizat la 28 de zile cu ajutorul aparatului pentru determinarea rezistenței la întindere prin încovoiere. Aceste încercări s-au realizat pe probele cu o dimensiune de 40x40x160mm.

- *Determinarea rezistenței la compresiune*

Rezistența la compresiune s-a realizat pe jumătăți de prisma obținute în urma determinării rezistenței la încovoiere, utilizând presa hidraulică, conform STAS SR EN 101511.

Pentru a verifica și determina eficacitatea acestor posibili substituenți s-au încercat cele 3 probe din fiecare tip de mortar la rezistența la încovoiere și la compresiune.

3. Rezultate obținute

Rezultatele obținute pentru toate mortarele studiate, atât pentru mortarul standard cât și pentru mortarele realizate cu deșeuri sunt prezentate conform tabelelor de mai jos. Rezultatele obținute pentru mortarele cu deșeuri au fost comparate cu mortarul etalon.

- *Consistența mortarelor*

În tabelul 4 sunt prezentate valorile medii ale consistenței determinată cu ajutorul masei de împrăștiere pentru toate tipurile de mortare studiate.

Tabel 4. Valori medii ale consistenței mortarelor studiate

TIP MORTAR	Diametru Final [mm]
Mortar Standard	185
Mortare cu Fulgi de Cauciuc	185
Mortare cu Pulbere de Cauciuc	150
Mortare cu Sticlă	192,5



Figura 5. Consistența mortarului cu deșeuri din fulgi de cauciuc



În urma rezultatelor obținute se constată faptul că consistența mortarului standard se încadrează în limitele normelor în vigoare cu privire la mortarele de zidărie. În ceea ce privește mortarele cu deșeuri de cauciuc, mortarele cu fulgi de cauciuc au valori egale cu mortarul standard, iar mortarele cu pulbere de cauciuc au valori mai mici comparativ cu mortarul standard.

În ceea ce privește valorile obținute pentru consistența mortarelor cu deșeuri din scoici au depășit valorile de încadrare ale mortarelor de zidărie, peste 200mm.

În urma studierii consistenței mortarelor cu sticlă, s-a constata o creștere a valorilor consistenței mortarelor, valori cuprinse între 190-195mm.

- *Densității aparente în stare întărită a mortarelor*

Desitatea aparentă s-a determinat pe epruvete de 4x4x16 cm la 28 de zile, rezultatele obținute fiind prezentate în Tabelul 5.

Tabel 5. Valori medii ale densității aparente ale mortarelor studiate

Tip de mortar	Masa [g]	Densitate [kg/m ³]
Mortar standard	496,1	1937,89
Mortar cu fulgi de cauciuc (Fig 7.)	374,86	1464,29
Mortar cu pulbere de cauciuc (Fig 8.)	335,36	1310
Mortar cu scoici (Fig.9)	475,03	1785,167
Mortar cu sticlă	483,13	1887,22

- Rezistența la întindere din încovoiere și compresiune

În tabelul 6. sunt prezentate rezultatele obținute la 28 de zile pe toate tipurile de mortare studiate.

Tabel 6. Rezultatele obținute pentru determinarea caracteristicilor mecanice

Tip de mortar	Rezistență la întindere din încovoiere		Rezistență la compresiune (Fig 6.)	
	Forța [N]	Valoarea medie a rezistenței la încovoiere [N/mm ²]	Forța de compresiune [KN]	Valori medii ala rezistenței la compresiune Rc=N/A [N/mm2]
Mortar standard	1560	3.65	20,88	13,4



Mortar cu fulgi de cauciuc (Fig 7.)	613,33	1.43	4,65	2,9
Mortar cu pulbere de cauciuc (Fig 8.)	276,67	0.648	2,06	1,29
Mortar cu scoici (Fig.9)	1353,34	3.17	11,92	8,48
Mortar cu deșeuri de sticlă	1623,34	3.80	22,3	13,93

În figurile de mai jos este prezentat modul de rupere al mortarelor realizate cu deșeuri cu fulgi de cauciuc, praf de cauciuc și scoici (Figurile 7, 8, 9).



Figura 6. Presa Hidraulică



Figura 7. Mortare cu fulgi de Cauciuc



Figura 8. Mortare cu pulbere de Scoici



Figura 9. Mortare cu cauciuc

În figura de mai jos, sunt prezentate rezultate obținute în urma determinarilor de laborator la 28 de zile, atât la rezistența la compresiune cât și rezistența la întindere din încovoiere.

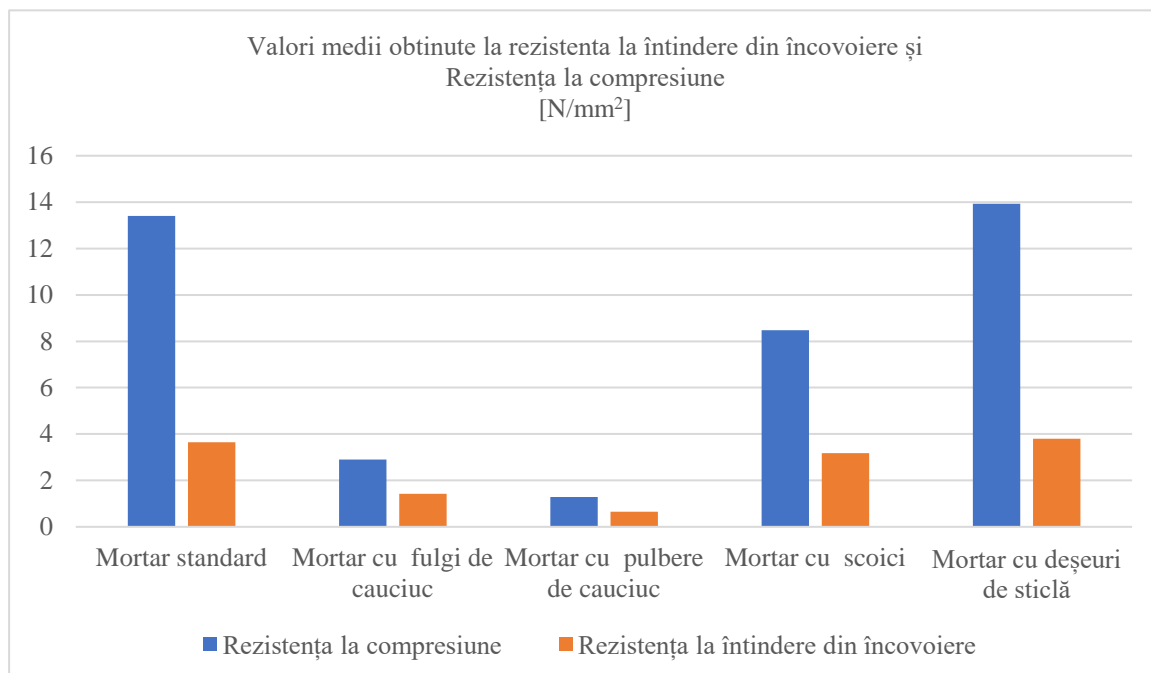


Figura 10. Grafic cu reprezentarea rezultatelor obținute cu privire la caracteristicile mecanice ale mortarelor studiate

Valorile obținute la rezistența la compresiune a mortarului standard depășesc valorile minime (10 N/mm²), cea mai mare valoare a rezistenței la compresiune este obținută la mortarul cu deșeuri de sticlă (cu 3.95% mai mult decât mortarul standard).

În ceea ce privește mortarul cu deșeuri de cauciuc, conform rezultatelor obținute, rezistențe la compresiune sunt foarte mici, indicând faptul că nu pot fi utilizate ca înlocuitori ai nisipului, poate doar în procente mici.

Mortarul cu deșeuri din scoici prezintă valori mai mici decât cele standard, dar se apropie de valorile minime necesare (cu o diferență de 36.72% față de mortarul standard). Astfel, cu o îmbunătățire a rețetei prin adăugarea de aditivi sau prin modificarea raporturilor ar putea fi o soluție pentru realizarea unui mortar cu deșeuri din scoici care să îndeplinească valoarea minimă necesară.

Cele mai mari valori se obțin la mortarul cu deșeuri din sticlă, se comportă cel mai bine din punct de vedere al rezistenței la compresiune. Prin urmare, deșeurile din sticlă pot fi utilizate ca înlocuitori ai agregatelor.

4. Concluzii

4.1.1 Mortar cu fulgi de cauciuc

O alternativă pentru înlocuirea nisipului din rețeta tradițională a mortarului poate fi reprezentată de utilizarea fulgilor de cauciuc cu granulație de 1-2 mm, reprezentând astfel o metodă durabilă de reciclare. Acest tip de mortar prezintă o greutate semnificativ mai mică decât cea a mortarului tradițional (conform Tabelului 4), această diferență fiind explicată atât prin masa redusă a particulelor de cauciuc, cât și prin prezența spațiilor goale



în matricea de ciment. În plus, utilizarea cauciucului a condus la o creștere a capacității de absorbție a apei (vezi Tabelul 2).

4.1.2. Avantajele folosirii mortarului cu fulgi de cauciuc

Avantajele mortarului cu cauciuc de fragmentație 1-2 mm constau în greutatea sa mai mică, ceea ce îl face mai ușor de manipulat și transportat, precum și în capacitatea sa de absorbție a sunetului datorită porozității sale ridicate. De asemenea, mortarul cu cauciuc de fragmentație 1-2 mm poate fi utilizat pentru protecția fațadelor datorită durabilității și performanțelor hidrofobe îmbunătățite. Adăugarea de particule de cauciuc îmbunătățește ductilitatea matricei și rezistența la fisurare, precum și scade riscul apariției reacției de alcalinitate silice.

Mortarul de cauciuc reprezintă o metodă de a recicla rămășițele de cauciuc din anvelope sau alte surse similare, contribuind astfel la reducerea deșeurilor și la protejarea mediului înconjurător. Utilizarea acestui mortar poate fi o alternativă durabilă și sustenabilă la metodele tradiționale de construcție care implică utilizarea unor materiale mai puțin prietenoase cu mediul.

4.1.3 Dezavantajele folosirii mortarului cu fulgi de cauciuc.

Unul dintre dezavantajele mortarelor cu cauciuc de fragmentație 1-2 este că au o rezistență redusă la compresiune și flexiune comparativ cu mortarul standard. Aceasta poate limita utilizarea sa în anumite aplicații care necesită o rezistență mai mare, cum ar fi în construcția de structuri mari sau în aplicații industriale. Un alt dezavantaj al acestui tip de mortar poate fi și acela al creșterii costurilor de producție, datorită modului de prelucrare.

4.2.1 Mortar cu pulbere de cauciuc

Mortarul cu pulbere de cauciuc de fracțiune 0-05 mm este o altă opțiune pentru producerea de mortar cu cauciuc reciclat. Această fracțiune de cauciuc este mult mai mică decât cea de 1-2 mm și poate fi utilizată ca înlocuitor al cimentului sau al nisipului în proporții diferite. Acest tip de mortar are o masă mai scăzută decât a mortarului standard, cât și față de cel cu fulgi de cauciuc.

4.2.2 Avantaje și dezavantaje & Diferența dintre mortarul cu cauciuc pulbere și cel fulgi

Mortarul cu pulbere de cauciuc are aceleași avantaje și dezavantaje ca și cel ce conține fulgi de cauciuc de fragmentație 1-2, și anume greutatea mai scăzută și sustenabilitatea acestuia, cât și rezistențele scăzute față de mortarul standard, și un cost mai ridicat de producție.

Principala diferență între mortarul de cauciuc cu fulgi și cel cu pulbere constă în dimensiunea particulelor de cauciuc utilizate. Mortarul cu fulgi de cauciuc are fragmente mai mari de cauciuc, de obicei în intervalul 1-2 mm, în timp ce mortarul cu pulbere de cauciuc are particule foarte fine, de obicei în intervalul 0-0,5 mm.

Deoarece particulele de cauciuc din mortarul cu pulbere sunt mult mai fine decât cele din mortarul cu fulgi, acestea se pot integra mult mai ușor în compoziția mortarului, oferindu-i o structură mai fină și mai omogenă. De asemenea, mortarul cu pulbere de cauciuc are tendința de a oferi o suprafață mai netedă și mai uniformă decât mortarul cu fulgi, datorită particulelor fine.



Rezultatele obținute în urma experimentelor de laborator au demonstrat faptul că mortarul cu fulgi de cauciuc prezintă o masă mai mare și o rezistență crescută la compresiune și încovoiere, în comparație cu mortarul cu pulbere de cauciuc. În plus, mortarul cu pulbere de cauciuc a prezentat o capacitate mai mare de absorbție a apei.

4.3.1 Mortar cu fragmentație de sticla de 0-0,5 mm

Utilizarea sticlei zdrobite de dimensiune 0-0,5 mm ca înlocuitor al agregatelor naturale în mortar reprezintă o posibilă soluție de construcție durabilă, care poate aduce îmbunătățiri în anumite proprietăți ale produselor de construcție.

În urma experimentelor de laborator efectuate, s-a observat că atât la compresiune, cât și la încovoiere (conform tabelului 4), mortarele cu sticlă reciclată prezintă o creștere a rezistenței în comparație cu mortarul standard. Masa celor două tipuri de mortare este aproximativ egală, iar cantitatea de apă adăugată diferă foarte puțin între ele.

4.3.2 Avantajele utilizării sticlei în compoziția de mortar

Utilizarea sticlei reciclate în compoziția mortarului poate avea beneficii semnificative atât pentru industria construcțiilor, cât și pentru mediul înconjurător. Folosirea sticlei reciclate poate contribui la reducerea impactului asupra mediului, prin evitarea emisiilor de gaze dăunătoare generate de arderea sticlei, ceea ce poate reduce efectul de seră. De asemenea, utilizarea sticlei reciclate poate contribui la conservarea resurselor naturale, prin evitarea exploatării acestora pentru producerea de agregate naturale. În plus, mortarul cu sticlă reciclată prezintă o rezistență superioară la solicitările mecanice, comparativ cu mortarul tradițional, ceea ce poate duce la o durabilitate mai mare a structurilor construite cu acesta. De asemenea, adăugarea sticlei reciclate poate îmbunătăți proprietățile termice ale mortarului, astfel încât acestea să aibă o conductivitate termică redusă. În general, utilizarea sticlei reciclate în mortar poate reprezenta o opțiune durabilă și economică pentru construcții mai sigure și mai eficiente energetic.

4.3.3 Dezavantajele utilizării sticlei în compoziția de mortar

Folosirea sticlei reciclate în mortar poate avea și unele dezavantaje. Unul dintre acestea este că sticla poate fi foarte dură, ceea ce poate duce la o uzură mai rapidă a instrumentelor de prelucrare. De asemenea, poate fi dificil să se obțină granulația dorită, ceea ce poate afecta proprietățile mecanice ale mortarului. De asemenea, costul poate fi un factor, deoarece procesul de reciclare a sticlei poate fi mai scump decât utilizarea de materiale naturale. De asemenea, este important să se țină cont de faptul că sticla poate fi mai puțin rezistentă la unele forme de deteriorare, cum ar fi expunerea la îngheț-dezghet sau la acțiunea sării, decât anumite materiale naturale.

4.4.1 Mortar cu scoici de fragmentație 0-0,5 mm

Utilizarea scoicilor în rețeta de mortar reprezintă o metodă ingenioasă de a exploata deșeurile din industriile alimentară și de pescuit și de a îmbunătăți caracteristicile tehnice și durabilitatea mortarului. Odată transformate în granule sau pulbere, scoicile pot fi utilizate ca înlocuitori pentru agregatele naturale din mortar. Testele de laborator efectuate demonstrează că rezultatele obținute sunt comparabile cu cele ale mortarului standard, așa cum se poate observa din datele prezentate în tabelul 4.



4.4.2 Avantaje și Dezavantaje în utilizarea mortarului cu scoici de 0-0,5 mm

Printre avantajele utilizării scoicilor în mortar se numără reducerea costurilor și a impactului asupra mediului, datorită faptului că acestea sunt deșeuri din industria alimentară și de pescuit, care altfel ar fi aruncate la groapa de gunoi. În plus, scoicile pot îmbunătăți proprietățile termice și acustice ale mortarului.

Cu toate acestea, utilizarea deșeurilor de scoici în mortar poate avea și dezavantaje. Unul dintre acestea este că procesul de pregătire a scoicilor pentru a fi utilizate în mortar poate fi costisitor și consumator de timp. De asemenea, proprietățile mecanice ale mortarului pot fi afectate, iar în timpul procesului de uscare a mortarului, scoicile pot suferi o decolorare care poate afecta estetica suprafețelor de mortar.

4.5 Concluzii generale

Folosirea deșeurilor din cauciuc, sticlă sau scoici în rețetă de mortar poate fi o soluție promițătoare pentru a recicla aceste deșeuri și a reduce impactul negativ asupra mediului. Acestea pot fi transformate în granule sau pulbere și utilizate ca înlocuitori pentru agregatele naturale din mortar. Testele de laborator au demonstrat că rezistența și durabilitatea mortarului pot fi păstrate prin adăugarea acestor anumitor deșeuri reciclate. Cu toate acestea, există și dezavantaje legate de procesul de pregătire a deșeurilor și de impactul lor asupra proprietăților mortarului. În general, utilizarea deșeurilor reciclate în rețetă de mortar poate fi o opțiune viabilă și sustenabilă pentru industria construcțiilor.

5. Bibliografie

1. Julie M., Rebecca G., Yan Z., Xing M., Bill S., *Crumbed Rubber Concrete: A Promising Material for Sustainable Construction*, 2018.
2. *A Closer Look at Mixing Rubber into Concrete*, Ben Pilkington, 2022.
3. Mohammad M. Ul I., Jie L., Yu-Fei Wu, Rajeev R., Mohammad S.. *Design and strength optimization method for the production of structural lightweight concrete: An experimental investigation for the complete replacement of conventional coarse aggregates by waste rubber particles*, 2022.
4. *Alternatives to Coarse Aggregate in Cement Concrete - A Review*. Associate Professor, Department of Civil Engineering, UIT-RGPV, Bhopal, India. 2Professor, Department of Civil Engineering, UIT-RGPV, Bhopal, India, 2021
5. Najib N. G. , Camille A. I. , Samer A. F.. *Rubber concrete: Mechanical and dynamical properties*, 2018.
6. Edward H., Aydin B., Mostafa S.. *Recycling of waste glass as aggregate in cement-based materials*, 2020.
7. Bassam A. T., Mohammed W. H., Zeyad A.M. , Moruf O. Y., *Properties of concrete containing recycled seashells as cement partial replacement: A review*, 2019.
8. Ayesha S., Md. Abdullah Al M., Rayed A., Y.H. Mugahed A., Farhad A., Hisham A., *Properties and utilizations of waste tire rubber in concrete: A review*, *Construction and Building Materials*, Volume 224, 2019, Pages 711-731, ISSN 0950-0618.
9. Ana M. M., Joana S.-C., *Durability of mortar using waste glass powder as cement replacement*, *Construction and Building Materials*, Volume 36, 2012, Pages 205-215, ISSN 0950-0618.



EFICIENȚA ENERGETICĂ A CLĂDIRILOR DIN CLT

Autori

Luana-Patricia M.C. ENACHE¹, Rareș L.G. CUMPĂNĂ², Sînziana D. DOBRÎTOIU³

¹Facultatea de Construcții și Instalații, Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi”, Iași, luana-patricia.enache@student.tuiasi.ro

²Facultatea de Construcții și Instalații, Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi”, Iași, rareș.cumpana@student.tuiasi.ro

³Facultatea de Construcții și Instalații, Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi”, Iași, sinziana.dobritoiu@student.tuiasi.ro

Profesor îndrumător

S.I. dr. ing. Florin-Emilian Turcanu⁴

⁴Facultatea de Construcții și Instalații, Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi”, Iași, florin-emilian.turcanu@academic.tuiasi.ro

REZUMAT: *Prezenta lucrare are ca scop explorarea subiectului eficienței energetice a clădirilor din CLT și analiza avantajelor și dezavantajelor utilizării acestui material în construcția de clădiri eficiente energetic. În acest sens, lucrarea va aborda subiecte precum performanța termică a clădirilor din CLT, impactul materialelor utilizate asupra eficienței energetice, evaluarea energetică a clădirilor din CLT și strategiile pentru îmbunătățirea eficienței energetice a acestora.*

În cadrul lucrării, se vor analiza exemple de studii de caz și de proiecte care au utilizat CLT în construcția de clădiri eficiente energetic și care au obținut rezultate pozitive. În plus, se vor compara avantajele și dezavantajele utilizării CLT în construcția de clădiri eficiente energetic cu alte materiale de construcție utilizate în această direcție.

În final, lucrarea își propune să contribuie la dezvoltarea soluțiilor sustenabile pentru construcția de clădiri eficiente energetic, prin identificarea și analizarea avantajelor și dezavantajelor utilizării CLT.

Cuvinte cheie: Construcții din CLT, eficiență energetică, construcții ecologice, rezistența la foc, durabilitate, sisteme de izolație termică, performanță seismică, materiale regenerabile, impactul asupra mediului

1. Introducere

Domeniul construcțiilor din lemn își găsește în prezent o creștere continuă a interesului, în special în ceea ce privește utilizarea panourilor de lemn încleiate încrucișat (CLT - Cross Laminated Timber) ca material de construcție. CLT-ul a fost introdus pe piață pentru prima dată în anii 1990 și a cunoscut o creștere semnificativă a utilizării în ultimii ani, fiind utilizat atât pentru clădiri rezidențiale, cât și pentru clădiri cu multiple etaje, inclusiv clădiri de birouri, școli și clădiri publice.

Acest lucru se datorează avantajelor semnificative pe care CLT-ul le oferă, cum ar fi **durabilitatea**, **rezistența** la foc, **eficiența** energetică și **rapiditatea** construcției. Cu toate acestea, utilizarea CLT-ului în construcții ridică și câteva probleme, cum ar fi costul mai mare decât în cazul altor materiale de construcție și disponibilitatea limitată. În plus, utilizarea



lemnului poate fi legata de economia circulara, prin reciclarea și regenerarea acestuia, și prin transformarea deșeurilor de lemn în noi produse.

În această lucrare, vom explora **avantajele** și **dezavantajele** utilizării CLT-ului în construcții și vom examina modul în care acest material de construcție poate fi promovat și utilizat pentru a îmbunătăți calitatea și eficiența construcțiilor. De asemenea, vom examina aspectele cheie ale **proiectării** și construcției cu CLT, inclusiv aspecte legate de **performanță** termică, **protecția** la incendiu și **metodele** de construcție.

2. Lemnul ca material de construcții

Lemnul se remarcă prin **versatilitatea** sa, fiind un material care poate fi utilizat într-o gamă largă de construcții pentru a crea structuri rezistente, grinzi, stâlpi, panouri, plăci, tâmplării, închideri, pardoseli, fațade și finisaje interioare sau mobilă. În plus, disponibilitatea sa într-o varietate de **specii** și **esențe** permite realizarea unor obiecte de decor interior variate. Contrar așteptărilor, rezistența mecanică a lemnului poate fi comparabilă cu cea a materialelor tradiționale de construcții, ceea ce îi conferă **stabilitate** și capacitate de a susține greutate semnificative. De exemplu, lemnul de brad/molid, speciile cele mai întâlnite în construcțiile actuale, poate ajunge la o **rezistență** de 240 kilograme forță per centimetru pătrat. În comparație, betonul uzual folosit în construcții are o rezistență de 250 de kilograme pe centimetru pătrat, dar pentru o **greutate** proprie mult mai mare de 2200 de kilograme pe metru cub. În funcție de tipul său, cărămida poate suporta între 10 și 80 de kilograme pe centimetru pătrat, iar blocurile din beton celular autoclavizat (BCA) pot susține între 5 și 15 kilograme pe centimetru pătrat. [1]

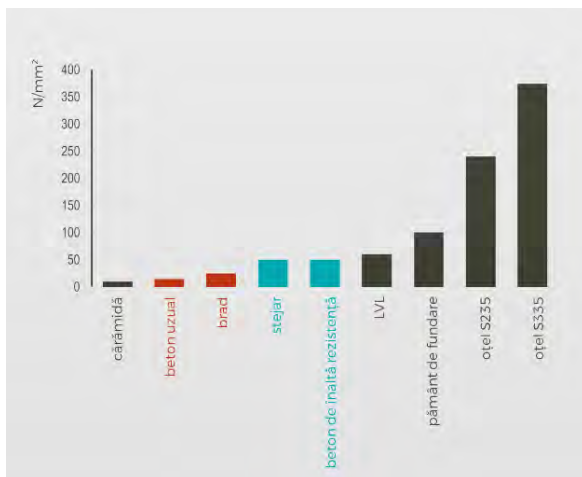


Fig. 1 Rezistență la compresiune [1]

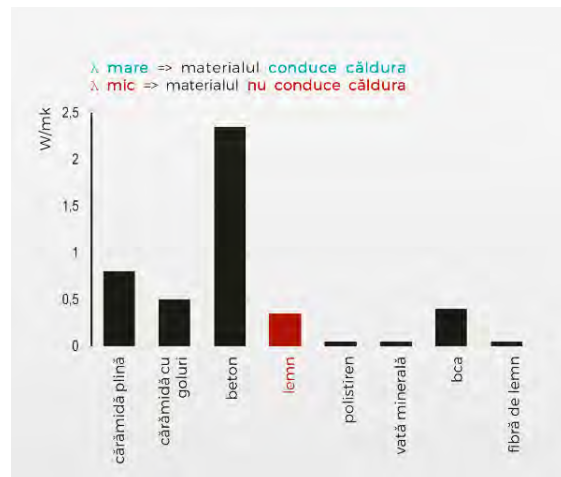


Fig. 2 Conductivitate termică [1]

3. Metodologie

În ceea ce privește metodologia fabricării panourilor din CLT, lemnul uscat se taie în lame subțiri, care sunt ulterior încrucișate și lipite între ele cu adezivi eco-friendly. Aceste panouri sunt apoi prelucrate cu precizie și frezate cu CNC pentru a asigura dimensiuni exacte și o precizie maximă în asamblarea ulterioară. Materialul predominant utilizat în fabricarea



caselor din CLT este de obicei lemnul masiv de rășinoase sau stejar, care este atent selecționat și uscat până la un conținut de umiditate optim.

Robotizarea procesului de prefabricare în fabricile de producție CLT este din ce în ce mai frecventă. Roboții și coboții (roboți colaborativi) sunt folosiți pentru a manipula panourile de lemn și a le muta în poziții specifice pentru a fi frezate sau asamblate.

În general, pereții sunt asamblați prin îmbinări cu șuruburi autofiletante, această îmbinare asigură o conexiune solidă între cele două piese.

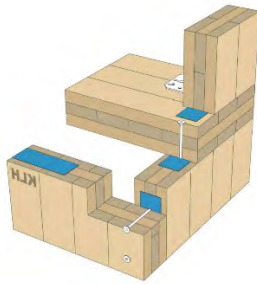


Fig. 3 Pereți exteriori cu bandă de etanșare [2]

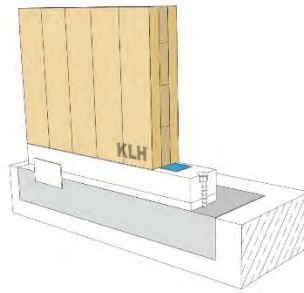


Fig. 4 Conectarea bazei [2]

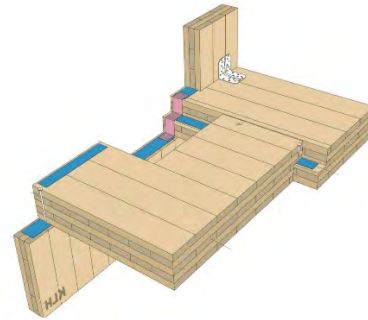


Fig. 5 Pereți exteriori la îmbinarea cu planșeul [2]

3.1 Tehnologii pentru îmbunătățirea eficienței energetice în construcții

În ceea ce privește eficiența energetică în construcții, se pot utiliza o serie de tehnologii și soluții pentru a îmbunătăți consumul de energie. Acestea includ sisteme de iluminat eficiente energetic, cum ar fi sursele de iluminat LED și sistemele de control inteligente ale iluminatului, care sunt capabile să ajusteze nivelurile de iluminare în funcție de nivelurile de iluminare naturale și a activității din încăperea prin intermediul senzorilor de mișcare și senzorilor de lumină ambientală.

Pe lângă acestea, se pot utiliza sisteme de încălzire și răcire eficiente din punct de vedere energetic, ce funcționează cu ajutorul panourilor fotovoltaice, cum ar fi pompele de căldură cu recuperare de căldură. Acestea transferă căldura din aerul evacuat și o redistribuie în aerul proaspăt introdus, putând fi astfel utilizate pentru a încălzi sau răci spațiile interioare.

În plus, în construcția caselor din CLT, se pot folosi și tehnologii ecologice, precum sistemele de iluminat de tip skylight și sistemele de încălzire și răcire de tip solar chimney. Aceste tehnologii nu numai că ajută la economisirea energiei, dar și la creșterea eficienței energetice a casei.

Procedura de încălzire a unui spațiu prin intermediul unui coș de fum solar este relativ simplă din punct de vedere conceptual. În momentul în care radiația solară lovește suprafața laterală a coșului de fum, coloana de aer din interiorul acestuia se încălzește. În cazul în care orificiile superioare exterioare ale coșului de fum sunt închise, aerul încălzit este forțat să reintre în spațiul de locuit, generând astfel un proces de încălzire convectivă a aerului. Odată ce aerul se răcește în încăperea, acesta este atras înapoi în coșul solar și încălzit din nou. Această metodă de încălzire poate fi comparată cu cea utilizată în cazul pereților Trombe.



Fig. 6 Iluminat de tip skylight [3]



Fig. 7 Solar chimney [4]

3.2 Strategii pentru îmbunătățirea eficienței energetice a acestora

- Izolarea termică: adăugarea unui strat suplimentar de izolare termică poate reduce pierderile de căldură și poate îmbunătăți performanța energetică a clădirii. De exemplu, se pot adăuga panouri de izolare termică la interior sau exteriorul pereților.
- Ventilație controlată: o ventilație controlată poate ajuta la reducerea pierderilor de căldură și îmbunătățirea calității aerului interior. Ventilația mecanică cu recuperare de căldură (VMC cu recuperare de căldură) poate reduce pierderile de căldură prin schimbul de căldură dintre aerul evacuat și aerul proaspăt adus în clădire.
- Utilizarea de surse regenerabile de energie: sursele regenerabile de energie, cum ar fi panourile solare fotovoltaice sau termice, pot fi utilizate pentru a reduce consumul de energie și emisiile de gaze cu efect de seră ale clădirii. În plus, se poate lua în considerare instalarea de sisteme de încălzire prin pompe de căldură, care utilizează energie din surse regenerabile.
- Folosirea unor ferestre eficiente din punct de vedere energetic: ferestrele reprezintă un punct vulnerabil al clădirii în ceea ce privește pierderile de căldură. Prin utilizarea de ferestre cu geamuri termoizolante, se poate reduce pierderea de căldură prin aceste puncte și se poate îmbunătăți performanța energetică a clădirii.
- Managementul consumului de energie: prin monitorizarea și managementul consumului de energie al clădirii, se pot identifica zonele de consum excesiv și se pot implementa măsuri pentru a le reduce. Acest lucru poate include monitorizarea consumului de energie electrică, a apei calde și a temperaturii interioare.



Fig. 8

Primul bloc de 7 etaje construit integral din lemn (CLT) din Germania.

De la parter până la etajul 1:

Pereții portanți și neportanți sunt construiți din lemn masiv, complet încapsulați cu gips-carton pentru a obține K2 60.

Tavanele sunt construite din cherestea laminată încrucișată binderholz

Etajul 2 până la etajul 6:

Pereții portanți și neportanți sunt construiți din lemn masiv, complet încapsulați cu plăci de fibre pentru a obține K2 60.

Tavanele sunt construite din cherestea stratificată încrucișată binderholz BBS, calitate nevizibilă, încapsulat cu gips-carton pentru a atinge REI 90 K2 60. [5]



Fig. 9

Cea mai înaltă clădire din lemn (CLT) din lume Mjostarnet 85.4 metri.

Proiectată de biroul local Voll Arkitekter, Mjostarnet este totodată și a treia cea mai înaltă clădire din Norvegia. Numără în total 18 etaje și cuprinde apartamente, un hotel, o piscină, spații pentru birouri și un restaurant. Mjostarnet a fost construită în mai multe faze, câte patru etaje odată, din secțiuni prefabricate. Materialele au fost obținute din surse locale, Brumunddal fiind o regiune forestieră cu o industrie prosperă de procesare a lemnului. [6]



4. Studiu de caz

Un scurt studiu de caz poate fi realizat pe baza unei case unifamiliale construite din CLT în regiunea nordică a Europei. Această casă de aproximativ 200 de metri pătrați a fost construită pentru a fi cât mai eficientă energetic.

Casa a fost proiectată să aibă o izolare termică de înaltă performanță, cu un perete exterior format din panouri de CLT de 20 cm și o izolație suplimentară de 15 cm din lână minerală. Ferestrele și ușile au fost echipate cu geamuri cu triplă sticlă pentru a minimiza pierderile de căldură.

Pentru a reduce consumul de energie electrică, au fost utilizate surse de lumină LED, iar încălzirea a fost asigurată de un sistem de încălzire radiantă în pardoseală alimentat cu energie din surse regenerabile. Un sistem de ventilație cu recuperare de căldură a fost instalat pentru a asigura o circulație corespunzătoare a aerului și pentru a reduce pierderile de căldură.

Rezultatele au fost impresionante: consumul de energie pentru încălzire a fost redus cu 75% comparativ cu o casă convențională. De asemenea, emisiile de CO₂ au fost reduse semnificativ. Proprietarii casei au observat, de asemenea, o reducere semnificativă a costurilor cu încălzirea și a beneficiat de un mediu confortabil și sănătos în care să trăiască.

În concluzie, acest studiu de caz demonstrează că, casele construite din CLT pot fi extrem de eficiente din punct de vedere energetic și pot oferi proprietarilor o viață confortabilă, reducând în același timp impactul asupra mediului.

5. Impactul materialelor utilizate asupra performanței energetice

Datorită procesului de fabricație, construcția unei case din cărămidă poate avea un impact semnificativ asupra mediului înconjurător în comparație cu construcția unei case din CLT. Producția cărămidizilor implică arderea argilei la temperaturi ridicate, ceea ce duce la emisii semnificative de dioxid de carbon în atmosferă. În plus, procesul de fabricație a cărămidizilor necesită și utilizarea de resurse precum apa și energie electrică.

Clădirile din CLT pot avea o performanță termică mai bună decât cele din cărămidă, datorită proprietăților lor izolante. Clădirile din CLT pot avea o eficiență energetică mai mare, deoarece necesită mai puțină energie pentru încălzire și răcire.

Pe de altă parte, construcția cu CLT poate avea un impact redus asupra mediului, deoarece materialul este produs din lemn, o resursă regenerabilă și cu emisii reduse de carbon. În plus, construcția cu CLT poate reduce semnificativ emisiile de carbon și consumul de energie prin utilizarea tehnologiilor eficiente energetic și a unei bune izolații termice.

Termoizolații fibrolemnoase de origine animalică sau organică care se combină foarte bine cu lemnul:



Fig. 10 Vată minerală



Fig. 11 Celuloză



Fig. 12 Gutex



Fig. 13 Lână de oaie



Fig. 14 Câneapă



Fig. 15 Rumeguş

6. Avantaje și dezavantaje:

- Unul dintre avantajele sistemului constructiv din Cross Laminated Timber (CLT) este **greutatea** redusă, care este de aproximativ **patru ori** mai mică decât structurile tradiționale din zidărie, beton sau cadre de beton armat. Această caracteristică aduce **economii** semnificative în ceea ce privește betonul utilizat pentru fundație și timpul necesar pentru săpare, și, de asemenea, contribuie la performanța superioară în cazul cutremurelor, deoarece forța seismică este direct proporțională cu greutatea clădirii.
- Un alt **avantaj** al structurii din CLT este inclusiv **termoizolația**, peretele de 10 cm fiind compus atât din structura mecanică și fizică a casei, cât și din termoizolație naturală, care poate fi comparabilă cu cea a unui zid cu izolație termică, ceea ce duce la o **eficiență** energetică ridicată.
- Casele din CLT sunt, de asemenea, ideale pentru a fi transformate în case **pasive**, cu o eficiență energetică ridicată. În plus, CLT permite prefabricarea integrală a clădirii, ceea ce reduce semnificativ timpul necesar pentru construcție și execuție, eliminând riscul de degradare rapidă a structurii cauzată de condițiile meteorologice nesigure din șantier.
- Un alt avantaj al casei din CLT este **versatilitatea** arhitecturală, datorită faptului că este o clădire mai ușoară și are o comportare structurală de tip cutie, ceea ce permite proiectarea unor forme mai **complexe** și mai permissive din punct de vedere geometric decât în cazul unei construcții din beton. Prin urmare, clădirile construite din CLT pot fi mai subțiri și mai ușoare decât cele construite din cărămidă, fără a sacrifica calitatea și siguranța structurii.



- Primul dezavantaj se referă la nivelul ridicat de **detaliere** necesar. O casă din lemn este mult mai complexă decât o casă din zidărie sau din beton și necesită detalii complicate, ceea ce duce la un **timp** de proiectare de 3-5 ori mai mare și costuri mai ridicate pentru proiectare. Cu toate acestea, aceste costuri suplimentare de proiectare pot fi **economisite** prin reducerea costurilor și a timpilor de construcție pe șantier.
- Al doilea dezavantaj se referă la necesitatea unei **execuții** foarte atente la detalii. În cazul unei case din lemn, nu se poate lucra cu orice fel de echipă de construcție. Este necesar să se colaboreze cu **dulgheri** și **tâmplari** calificați și cu experiență în lucrul cu lemnul, deoarece acest material este pretențios și necesită un grad ridicat de competență.
- Un alt dezavantaj important este reprezentat de conecțivă și accesoriile necesare. Este important să se utilizeze conecțivă de bună calitate, cum ar fi șuruburi, colțari, ancore și cuie, dar și elemente de fonoizolare, etanșare și închidere. Aceste accesorii vin cu costuri suplimentare, iar în cazul construcției unei case din lemn, costurile cu manopera și accesoriiile sunt mai importante decât costul în sine.
- Ultimul dezavantaj important se referă la protecția la **foc** a caselor din lemn. Din cauza sensibilității la foc a acestui material, este necesară **tratarea** cu soluții ignifuge și crearea de straturi de protecție în jurul lemnului în structura de perete exterior, perete interior, planșee și acoperișuri. [7]

7. Concluzii

Bazat pe studiul realizat, se pot trage următoarele concluzii referitoare la eficiența energetică a caselor din CLT:

- Casele construite din CLT au o performanță termică foarte bună, datorită densității ridicate a lemnului, prezentând valori ridicate de izolare termică și rezistență la schimbările de temperatură.
- Folosirea unor tehnologii și echipamente de încălzire și răcire eficiente energetic, cum ar fi pompele de căldură și sistemele solare de încălzire și răcire, poate reduce considerabil consumul de energie al casei.
- Integrarea unor soluții inovatoare, precum trombe wall și skylight plus, poate îmbunătăți eficiența energetică a clădirii și poate crește confortul termic în interiorul acesteia.
- În general, casele din CLT sunt o alegere excelentă pentru construirea clădirilor durabile, cu o amprentă de carbon redusă și performanțe energetice ridicate.

Listă de referințe bibliografice:

- [1] <https://buhnici.ro/live-blog-casabuhnici>
- [2] <https://ornatesolar.com/blog/all-about-solar-tubes-in-india-2021>
- [3] <https://gharpedia.com/blog/solar-chimney-sustainable-solution-for-homes/>
- [4] <https://caseclt.ro/proiectarea-etansa-a-construcției/>
- [5] <https://www.binderholz.com/en-us/mass-timber-solutions/8-storey-wooden-building-bad-aibling-germany/>
- [6] <https://www.spatulconstruit.ro/articol/cea-mai-inalta-cladire-din-lemn-din-lume/22820>
- [7] https://www.youtube.com/watch?v=B5TrAuhVg1c&ab_channel=MariusSoflete



BETONUL DE CÂNEPĂ

Autor

Mátyás L. FEKETE¹

¹Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca , [e-mail: feketematyas01@gmail.com](mailto:feketematyas01@gmail.com) .

Îndrumători

Asist. Dr. Ing. Raluca IȘTOAN²

²Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, [e-mail: raluca.fernea@ccm.utcluj.ro](mailto:raluca.fernea@ccm.utcluj.ro)

Șef L. Dr. Ing. Elena JUMATE³

³Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, [e-mail: elena.jumate@ccm.utcluj.ro](mailto:elena.jumate@ccm.utcluj.ro)

REZUMAT: *Oare poate reintroducerea unui material tradițional fi de ajutor la reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră a industriei construcțiilor? Lucrarea de față prezintă căutarea unui răspuns la această întrebare aparent simplă. Știind că puzderia folosită, cânepa, are rezistență mecanică scăzută, dar rezistență termică ridicată față de ciment, am încercat 4 rețete diferite pentru a găsi care este raportul optimal între elementele materialului prin determinarea rezistențelor la încovoier și la compresiune. În această lucrare apare și o analiză a prețului betonului de cânepă, comparativ cu zidăria goală pentru a putea observa viabilitatea materialului din punct de vedere financiar și o comparație între emisiile de carbon al betonului de cânepă și emisiile cărămizilor.*

Cuvinte cheie: ecologic, sustenabil, nepoluant, natural, termoizolant

1. Introducere

Utilizarea materialelor de construcții verzi a devenit un trend în ultimii ani și este de așteptat ca piața acestora să se dubleze până la 2030^[1]. Nevoile pieței pot fi satisfăcute prin nouă materiale inovative sau prin îmbunătățirea celor deja existente.

În ultimii ani, industria textilă a început să reintegreze cânepa în producție. Fiindcă nevoia pentru fibrele de cânepă este în creștere și această industrie folosește numai fibra din exteriorul tulpinii, restul tulpinii este considerat deșeu. Acest „reziduu” este miezul lemnos, din care puzderia de cânepă este produsă.

Construcțiile, împreună cu industria prelucrătoare reprezintă 21% din emisiile ale gazelor cu efect de seră, dar influențează și consumul de energie, sectorul care produce peste 40% din gazele menționate^[2]. O clădire termoizolată necesită 10% mai puțină energie ^[3], deci utilizarea materialelor cu rezistență termică mai înaltă rezultă în decrșterea consumul de energie.

Puzderia de cânepă, având o densitate de 85-90 kg/m³ ^[4], poate fi amestecată cu ciment și cu var pentru a crea un material cu rezistență termică ridicată, dar rezistență mecanică scăzută, acest fapt fiind bine documentat în comunitatea științifică.

2. Materiale și metodă

2.1 Materiale folosite

Pentru a avea un punct de referință, am reprodus rețeta HH1 de Nguyen, et al (2010) [5]. Această rețetă are un raport de 2.12 între liant și puzderie și un raport de 1.52 între apă și liant.

S-a folosit puzderie de cânepă de la Hempflax Romania, ciment Holcim ExtraDur 52 și var hidratat Carmeuse- Super Calco M. Compactarea a fost efectuată în matrice, cu mână.

Puzderia de cânepă este miezul lemnos, mărunțit, fiecare bucată fiind sub 3 cm. Cimentul folosit are rezistență la compresiune de 52.5 N/mm².

Fiecare rețetă are un raport liant-puzderie de 2.14 și un raport de 1.52 între apă și liant. Diferența dintre cele 4 rețete este compoziția liantului: în rețeta de control (R0) s-a folosit 100% var hidratat, în prima rețetă (R1) 33% ciment și 67% var, în a doua rețetă (R2) 67% ciment și 33% var și în a treia rețetă (R3) 100% ciment.

Tabelul 1. Cantitățile folosite pentru 5,43 de dm³ de material.

	Cânepă (g)	Ciment (g)	Var (g)	Apă (L)
R0	535	0	1145	1.74
R1	535	378	767	1.74
R2	535	767	378	1.74
R3	535	1145	0	1.74



Figura 1. Amestecare componentelor

2.2 Determinarea densității

Fiecare test a fost efectuat în laborator între 15-20°C, cu umiditate relativă între 30-50%.

Pentru a determina densitatea inițială, am introdus materialul preparat într-un cilindru cu volum de 1 litru (1000 cm³) și am măsurat masa materialului.

Pentru a determina curba densității, masa probelor a fost măsurată înaintea testelor de rezistență mecanică.

Figura 2. Determinarea densității.



2.3 Determinarea rezistenței la încovoiere

Pentru a determina rezistența materialului la încovoiere, am efectuat teste la 3, 7, 14, 28 și 90 de zile pe presa hidraulică.

Folosind formula (1) putem calcula rezistența la întindere prin încovoiere.

$$R_{ti} = \frac{3}{2} * \frac{P * l}{b * h^2} \quad (1)^{[6]}$$

Unde R_{ti} este rezistența materialului, P este forța aplicată în Newton, l este lungimea dintre reazămele dispozitivului, în milimetri, b este lățimea secțiunii în [mm] și h este înălțimea secțiunii în [mm].

2.4 Determinarea rezistenței la compresiune

Pentru a determina rezistența materialului la compresiune, am efectuat teste la 3, 7, 14, 28 și 90 de zile pe presa hidraulică.

Folosind formula (2) putem calcula rezistența la compresiune a materialului.

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

Unde R_c este rezistența materialului, P este forța aplicată și A este aria supusă forței.

3. Rezultate

3.1 Densitatea

Cum se poate observa, densitatea materiului a scăzut semnificativ în primele 3 zile, când procentajul de apă a scăzut de la 50.88% la 47.64% în medie. Fiindcă componentele solide

(cimentul, varul și pușderia) nu pot evapora, numai apa, poate fi conștientizat faptul că materialul s-a uscat.

Deja la testul de 7 zile o densitate aproape de valoare finală era atinsă de fiecare probă.

Rețetele cu conținut mărit de ciment (R2- 66.67% din liant, R3-100% din liant) au avut o uscare mai lentă față de rețetele cu var ca liantul dominant.

Faptul că deși vorbim despre uscare, dar densitatea rețetelor cu conținut de var a crescut între testul de 28 și 90 de zile transmite informația că umiditatea nu a fost constantă pe toată durata a uscării – în ultimele două săptămâni a plouat mult, deci umiditatea mediului a fost ridicată.

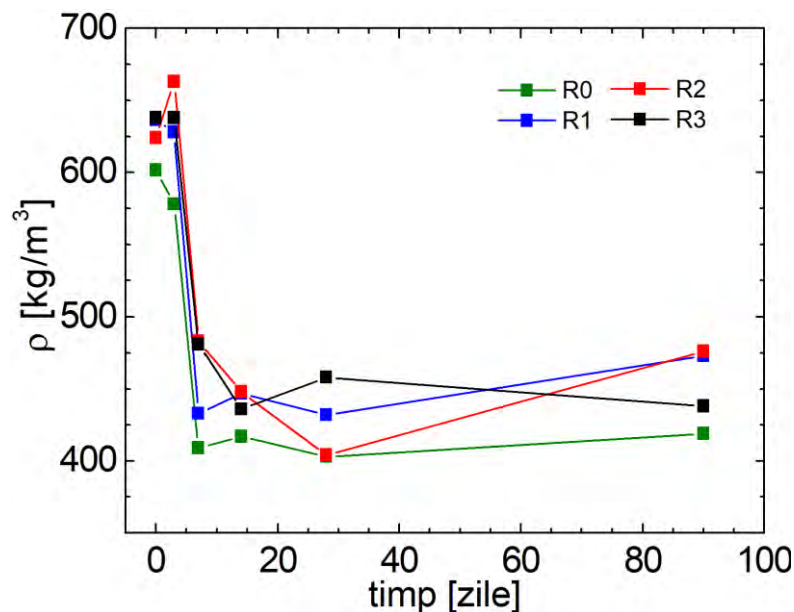


Figura 4. Diagrama densității

3.2 Rezistența la întindere

Betonul nu este un material cu rezistență la compresiune bună și pușderia de cânepă este prea scurtă pentru a se comporta ca armare, deci rezultatele reflectă faptul că betonul de cânepă conține o cantitate semnificativă de ciment.

Rețeta de control, R0 a obținut o valoare maximă la rezistența de întindere de $0,41 \text{ N/mm}^2$ la 14 zile după turnare și o valoare finală de $0,24 \text{ N/mm}^2$. Rețeta modelată la 3 luni/90 de zile a avut o rezistență de $0,105 \text{ N/mm}^2$. Diferența în rezultate poate fi atribuit faptului că pentru experimente nu a fost utilizat aceeași var – pușderia era de aceeași mărime.

Rețeta cu cea mai bună rezistență la întindere era R2, cu liantul compus din 33.33% var și 66.67% ciment $52,5$, din cauza faptului că mortarul produs din ciment are o rezistență mecanică mai mare decât unul produs din var.

Rezistența inițială mare poate fi atribuit faptului că cimentul avea aditivi care ajutau la accelerarea întăririi.

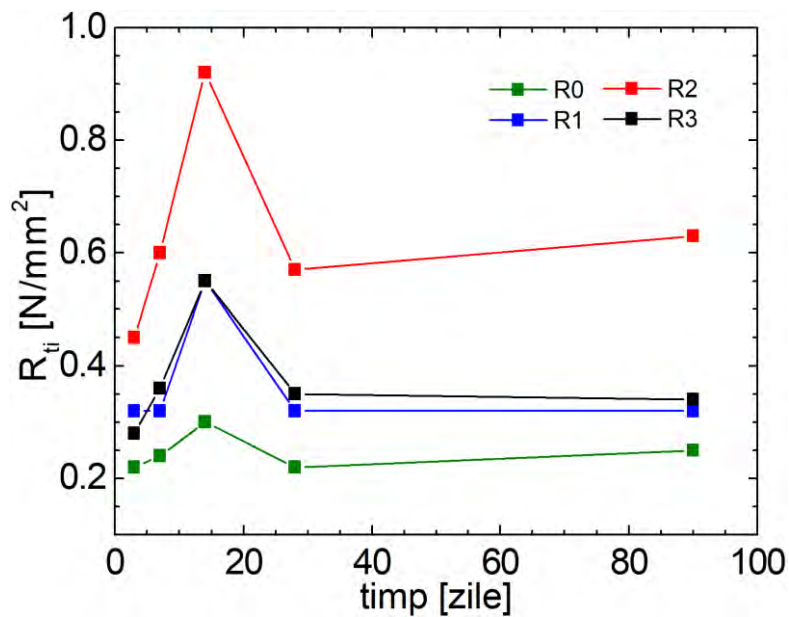


Figura 5. Diagrama rezistenței la întindere prin încovoiere

3.3 Rezistența la compresiune

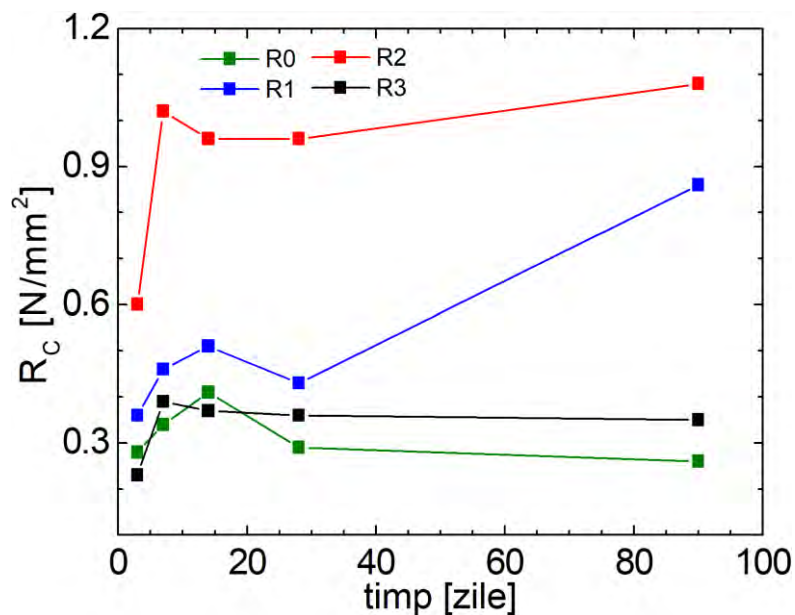


Figura 6. Diagrama rezistenței la compresiune

Puzderie fiind un material cu densitate și rezistență mecanică redusă, betonul creat pierde din calitățile lui.

Rețeta de control a obținut o rezistență finală de $0.2625 N/mm^2$ față de $0.7 N/mm^2$ -ul obținut la testul lui Nguyen. Fiindcă în testul de întindere rețeta R0 a depășit valorile obținute de Nguyen, dar în compresiune a avut o performanță subpară, este posibil că orientarea puzderiei de cânepă era diferită- deși puzderie era amestecată împreună cu liantul și cu apa, este posibil ca pe timpul compactării manuale, acesta s-a organizat majoritar paralel cu latura lungă, deci au avut un comportament similar cu armătura în beton, au contribuit la rezistența



la întindere, dar având o rezistență la compresiune scăzute, au sabotat materialul pe timpul testului de compresiune.

4. Aspectul economic

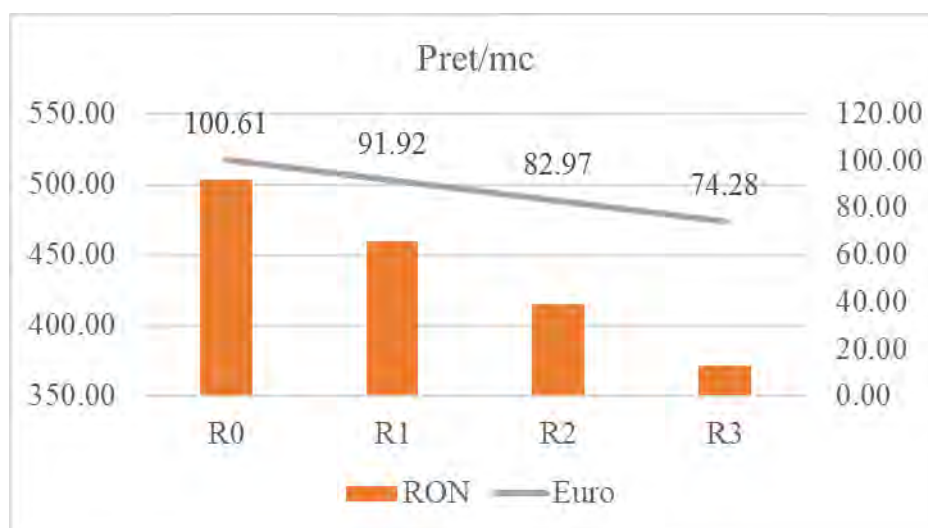
4.1 Prețul materialului

Un sac de 40 de kg de ciment Holcim Extradur 52 costă 35 RON. Un sac de 20 kg de var CL-70-S costă 30 RON. Cânepa costă 4.55 EURO+TVA (5.4145 euro cu TVA)/ 14 kg, adică 1.92 RON pentru 1 kg. Cantitățile din tabelul 1, care insumează necesarul pentru 5,43 de $\text{dm}^3 = 0.00543 \text{ m}^3$, au fost înmulțite cu prețul lei/gram pentru fiecare materie primă.

Comparând prețul cu suma care trebuie plătită pentru 1 m^3 de cărămizi porotherm (520 RON/ m^3) aflăm că oricare variație este mai ieftină decât cărămida clasică.

Tabelul 2. Prețul materialului.

Compoziție	5,43 de $\text{dm}^3 = 0.00543 \text{ m}^3$				Pret/ m^3	Pret/ m^3
	Câneapă	Ciment	Var	Total/RON	RON	Euro
R0	1.0165	0	1.7175	2.734	503.056	100.6112
R1	1.0165	0.33075	1.1505	2.49775	459.586	91.9172
R2	1.0165	0.671125	0.567	2.254625	414.851	82.9702
R3	1.0165	1.001875	0	2.018375	371.381	74.2762



La aceste prețuri mai trebuie adăugate chetuielili indirecte (apa, servicii de laborator, manopera), care nu intra in costul materiilor prime, un procent de 10% din costul compoziției rezultate. În cazul unei achiziții mai mare, prețul materiilor prime (ciment, var , cânepă) poate fi negociat cu furnizorii, ceea ce ar rezulta într-o scădere în costul producției.

4.2 Ușurință de implementare

Implementarea unor tehnologii noi depinde foarte mult cât de ușor tranziționarea de la modelul vechi este.



În cazul betonului de cânepă, totul este intuitiv fiindcă este exact ca turnarea betonului: se amestecă totul în betonieră, adaugând apă progresiv și apoi se turnă totul în cofraj.

Singurul dezavantaj a acestei metode este faptul că din cauza conținutului de var, pereții nu își achită rezistența finală numai decât la 90 de zile de la turnare, ceea ce poate să rezulte în întârzieri în cazul în care nu s-a adaptat calendarul pentru metoda nouă.

5. Aspectul ecologic

5.1 Emisii de carbon

Un material ecolog trebuie să aibă emisii scăzute față de alternativa „veche”. Fiecare kilogram de ciment folosit produce 0.81 kg de CO₂^[7] și fiecare kg de var produce 0.75 kg de CO₂^[8]. 1 kg de cânepă absorbă 1.29 kg de CO₂^[9].

Tabelul 3. Emisiile betonului de cânepă pe un m³.

	Cânepă (kg)	Ciment (kg)	Var (kg)	Total (kg)
R0	-127.12	0	157.5	31.925
R1	-127.12	56.94	105	36.36
R2	-127.12	113.87	52.5	40.80
R3	-127.12	170.81	0	45.23

Deci se poate declara că betonul de cânepă este aproape neutral din punct de vedere al emisiilor CO₂.

Transformând în emisii pe tonă, valori între 50.8 și 71.43 kg de dioxid de carbon emis.

Considerând faptul că 1 kg de cărămizi emite 0.258 kg de CO₂^[10], diferența este semnificativă.

6. Concluzie

În final, se poate observa că betonul de cânepă este o alternativă la folosirea cărămizilor, dar numai într-un rol nestructural fiindcă nu are proprietățile necesare pentru o asemenea funcție fiind inferior al zidăriei clasice din acest punct de vedere.

Din punct de vedere ecologic, materialul creat are o treime a emisiei de carbon a cărămizii tradiționale, dar totuși nu este carbon negativ -deci poate fi considerat un succes parțial.

Din punct de vedere economic, materialul costă mai puțin decât zidăria tradițională, ceea ce înseamnă că aceasta este o îmbunătățire asupra domeniului construcțiilor și fără a considera impactul pozitiv asupra mediului.

BIBLIOGRAFIE

1. Sushant M, *Green Building Materials Market by Product Type (Exterior Products, Interior Products, Building Systems, Solar Products, and Others) and Application (Residential Buildings and Non-Residential Buildings): Global Opportunity Analysis and Industry Forecast, 2021-2030s*. Allied Market Research (2022)
2. Aydogan H, Hirz M, et al, *The use and future of biofuels*. International Journal of Social Sciences. (2014)
3. US Department of Energy., *Guide to Home Insulation*. Energy Efficiency and Renewable Energy [Accesabil prin: https://www.energy.gov/sites/prod/files/guide_to_home_insulation.pdf]
4. Jiang Y, et al., *Cell wall microstructure, pore size distribution and absolute density of hemp shiv*. The Royal Society Publishing (2018)
5. Nguyen T, Picandet V, et al., *Effect of compaction on mechanical and thermal properties of hemp concrete*. European Journal of Environment and Civil Engineering (2010)
6. Netea A, Manea D, et al., *Materiale de Construcții. Chimie*. UTPress (2019)



Sesiunea Națională de Comunicări Științifice Studențești
Cluj-Napoca 12-13 Mai 2023



7. Kavitha S., *Evaluation of CO2 emissions for green concrete with high volume slag, recycled aggregate, recycled water to build eco environment*. International Journey of Civil Engineering and Technology (2017)
8. European Environment Agency, Jeronen Kuenen, et al., *Lime Production. Lime. Manufacture of cement, lime and plaster*. EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016
9. Scrucca F, Ingrao C, et al., *Energy and carbon footprint assessment of production of hemp hurds for application in buildings*. Environment Assessment Review, Volume 84 (2020)
10. Henning Larsen., *Recycled Bricks Reduces CO2 Emissions Enormously*. Henninglarsen.com (2017)



CONFRUNTAREA DINTRE REALITATE ȘI AȘTEPTĂRI

Autor/autori

Alessia-Catrina HANDREA ¹, Andreea-Maria GREC ²

¹Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, e-mail:
handrea.ve.alessia@student.utcluj.ro

²Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, e-mail:
grec.gr.andreea@student.utcluj.ro

Îndrumător/îndrumători

SI. Dr. Ing. Dorina SUCALĂ

Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, e-mail:
dorina.sucala@ccm.utcluj.ro

REZUMAT:

Primul an de studenție este unul dintre cei mai dificili ani ai nivelului de licență. Aceasta se datorează faptului că noi studenții începem un nou ciclu de viață, mult diferit de cel anterior. Tentațiile sunt mult mai numeroase și diverse, fiind accentuate, în principal, de faptul că, majoritatea dintre noi ne desfășurăm activitatea departe de mediul în care am trăit și învățat până atunci. Depărtarea de părinți, libertatea și mediul total diferit sunt factori care pot produce modificări majore în comportamentul zilnic, uneori cu efecte negative grave. De aceea, un element important în reușita finalizării anul I cu rezultate bune credem că este dat de îndrumarea noastră permanentă de către cadrele didactice, de părinți, de tutorii de an, de prietenii din ani superiori, care prin sfaturi și exemple pot să ne îndrume și să ne ajute să depășim dificultățile și să avem rezultate cât mai bune.

În acest articol ne dorim să identificăm cele mai importante probleme cu care ne confruntăm, să le analizăm și să propunem soluții pentru rezolvarea sau reducerea acestora.

Cuvinte cheie: studii, studenți, universitate, adaptare, organizarea timpului.

1. INTRODUCERE

„Educația înseamnă emancipare. Înseamnă lumină și libertate. Înseamnă înălțarea sufletului omului în lumina glorioasă a adevărului, lumina prin care oamenii pot fi doar eliberați.” - **Frederick Douglass**

Orice modificare majoră apărută în viața noastră aduce inevitabil schimbări asupra mersului obișnuit al lucrurilor. Felul în care reușim să controlăm noile evenimente din viața noastră și să facem față schimbărilor ne va ajuta să trecem cu bine peste obstacole. Studiile realizate în aceasta etapă au ca scop identificarea celor mai importante probleme și găsirea de soluții pentru rezolvarea acestora. Nu este o etapă ușoară, dar este una foarte importantă. Trecerea cu bine peste aceste obstacole credem este o realizare importantă pentru fiecare dintre



noi și ne va da încredere că suntem capabili să trecem peste multe obstacole întâlnite în viața noastră.

2. METODOLOGIA

Am ales un subiect de foarte mare interes din jurul nostru, care are nevoie de o atenție deosebită pentru care să acopere a acoperi lipsurile în cadrul acestei etape educationale și care să îmbunătățească eficiența studenților cu privire la studii.

Studiul nostru are la bază un chestionar, realizat de noi și distribuit colegilor noștri din anul întâi, ai Facultății de Construcții din Cluj-Napoca.

Prin intermediul acestei teme, am considerat potrivit să distribuim un formular care să aibă drept audiență studenții din anul I care se despart de copilărie și descoperă începutul maturității (trecerea de la un ciclu liceal la unul universitar, îndepărtarea de casa părintească, diferențele resimțite datorită noii locații, adaptarea între colegii de cameră, colegii de an și noua viață academică catedra didactică). Întrebările chestionarului Astfel formularul se îndreaptă spre provocările întâlnite în această etapă, cu scopul de a le găsi soluții pentru rezolvarea acestora.

Credem că obținerea de rezultate dorite se poate realiza doar prin cunoașterea problemelor și adaptarea soluțiilor găsite, tuturor generațiilor. Studiul a luat în considerare o parte din problemele identificate pe parcursul primului semestru al anului I.

Rezultate ale studiului de caz

Activitățile pe care le-am realizat în această perioadă, modul cum am reușit să ne gestionăm timpul, problemele care au apărut și care au avut nevoie de o rezolvare, au fost unele din acțiunile care ne-au determinat să realizăm acest studiu.

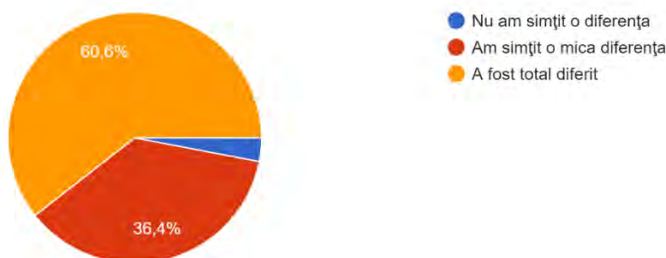
Studiul de caz se bazează, în principal, pe analizarea răspunsurilor primite de la colegii noștri din cadrul specializării IMC și Construcții Civile.

Prima problemă importantă la care am dorit să aflăm răspunsuri a fost următoarea:



1. Ce diferențe ați simțit de la liceu la facultate ?

33 de răspunsuri

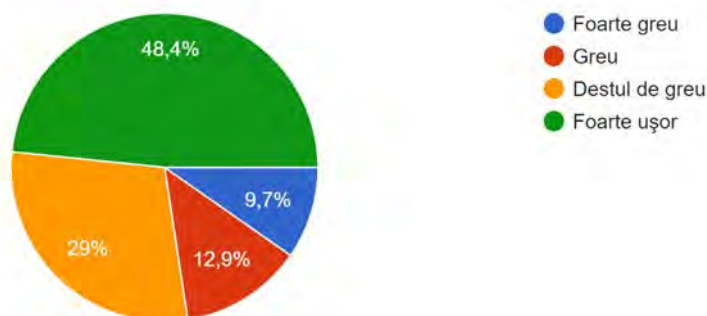


Analizând răspunsurile primite, putem observa că pentru mulți studenți a fost o diferență simțită destul de tare, cu un procent de 60,6%. Această diferență a cauzat un dezechilibru în rândul studenților și a cercetărilor asupra lor. Cu toate acestea, o mai mică parte din studenți, în valoare de 36,4%, s-au deosebit față de ceilalți prin faptul că aceștia au avut un mic impact prin schimbarea mediului obișnuit. Pentru restul de 3% le-a fost ușor să se acomodeze, presupunând din pricina faptului că nu au întâmpinat atât de multe dificultăți, din punct de vedere geografic, cum a fost pentru alții, doar trecând de la ciclul liceal la unul universitar.

O altă situație întâlnită în rândul celor mai mulți dintre noi a fost depărtarea de familie și de mediul cunoscut până atunci. Am fost interesați să aflăm dacă modul de adaptare a creat sau nu probleme majore.

2. Cum v-ați adaptat noului mediu, departe de familie ?

31 de răspunsuri



Conform diagramei alăturată 48,4% dintre studenți s-au adaptat noului mediu cu succes, fiind un număr destul de apropiat de jumătatea procentajului, în timp ce 29% dintre studenți au avut o adaptare destul de grea. Restul de 22,6% au fost repartizați în 2 procentaje, ele fiind de 12,9% în care studenții s-au adaptat mai greu, respectiv 9,7% în care studenții s-au adaptat



foarte greu. Prin urmare, putem observa că noile modificări au diferențiat personalitățile studenților astfel încât unii s-au obișnuit mai ușor, iar alții mai greu.

De asemenea, problema gestionării timpului a fost unul dintre elementele pe care le-am cuprins în studiu deoarece structura anului universitar este mult diferită de cea pe care o cunoșteam din liceu.

3. Cum ați reușit să vă organizați timpul ?

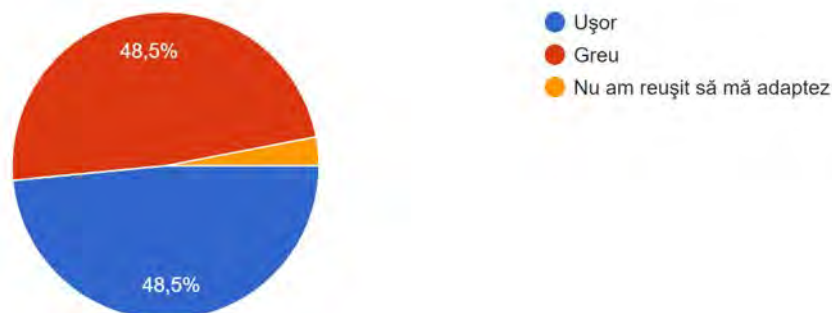
33 de răspunsuri



Schema grafică reprezintă o distribuție a părerilor studenților destul de apropiată cu procentele de 27,3%, 33,3% și 39,4%. Această partagare ne indică faptul că studenții care au participat la studiu sunt diferiți unii sunt organizați, iar alții nu au reușit să se organizeze într-un timp scurt.

4. În ce măsură v-ați adaptat noului mod de predare ?

33 de răspunsuri



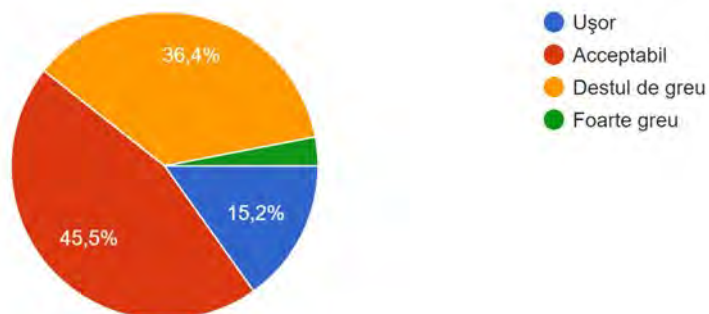
Din răspunsurile primite putem observa că jumătate din studenți care au participat la chestionar nu au o problemă de adaptare și acceptă ușor schimbările iar cealaltă jumătate s-au adaptat greu. Din cele trei perspective, două dintre ele sunt la egalitate, acest lucru însemnând că studenții care s-au adaptat mai greu modului de predat și cei care s-au adaptat mai ușor au



același procentaj. Faptul acesta ne lasă cu un procent de 3% în care unii studenți nu au reușit să se adapteze.

5. Din punctul vostru de vedere, cum vi s-a părut primul semestru?

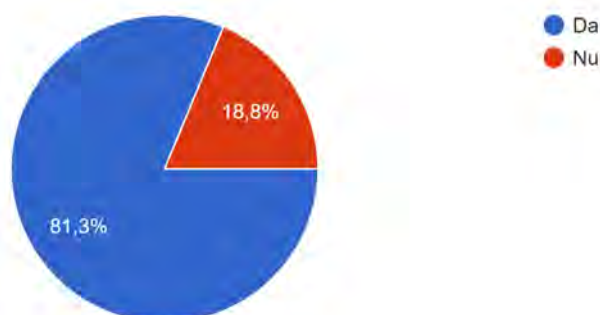
33 de răspunsuri



Răspunsurile primite au fost variate, un procent de 45,5% dintre studenții au avut o reacție acceptabilă față de primul semestru la facultate, 15,2% nu s-au confruntat cu dificultăți, susținând că primul semestru a fost ușor. Pe de altă parte, avem un procentaj de 36,4% în care studenții susțin că primul semestru a fost destul de greu, urmând un procent foarte mic de 2,9% unde studenții susțin că s-au adaptat foarte greu primului semestru.

6. Prima parte a acestui an v-a atras interesul cu privire la studiile universitare ?

32 de răspunsuri

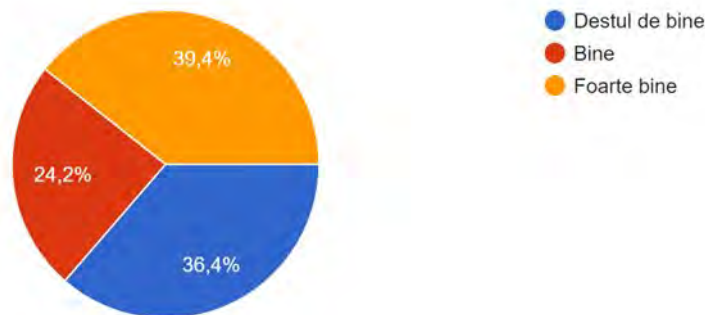


Din punct de vedere statistic, mai mult de jumătate din studenți au fost atrași de studiile universitare de la începutul semestrului, aceștia reprezentând un procent de 81,3% cu interes față de aceste studii. În timp ce procentul rămas de 18,8% nu au fost atrași de studii universitare din prima parte, prezentând dezinteres.



8. Cum ați finalizat prima sesiune?

33 de răspunsuri



Forma graficului demonstrează diversitate. Avem aproximativ un echilibru între studenții care au finalizat prima sesiune cu succes, respectiv procentul de 39,4%, și între studenții care au finalizat prima sesiune destul de bine, respectiv 36,4%, urmând studenții care s-au descurcat bine cu un procentaj de 24,2%. Aceste procente nu arată capacitatea studenților, doar demonstrează că mereu este loc de mai bine, motivându-se constant.

Chestionarul a cuprins și câteva întrebări cu răspuns personal

7. Ce așteptări ați avut de la primul semestru ?

O parte din studenți au avut opinii optimiste cu privire la primul semestru, simțindu-se chiar plăcut la finalul acestuia, dat fiind următoarele răspunsuri:

„Mă așteptam ca primul semestru să fie foarte greu, cu examene dificile, însă profesorii au fost blânzi cu noi și foarte înțelegători, astfel a fost totul destul de ușor pentru mine. ”

„Aveam așteptări foarte rele de la primul semestru, de aceea am fost surprinsă plăcut.”

Pe când o altă parte și-au exprimat gândurile față de primul semestru, indicând dorința mare de a face mai multă activitate practică, prin răspunsurile: „Mai multe exemple practice”, „Mai multă practică ”.

9. Ce nu v-a plăcut în această etapă ?

„Nu mi-a plăcut faptul că încă nu suntem suficienți de maturi noi ca oameni și ca studenți și ne comportăm ca și în liceu...invidie, concurență neproductivă iar asta afectează mersul nostru ca grup. Iar legat de facultatea în sine nu am nimic de obiectat. Pana acum totul mi s-a parut corect, profesorii sunt foarte deschiși și înțelegători.”



„Timpul petrecut la diverse cursuri sau seminarii de unde nu am ramas cu nicio informatie utila, timp pe care consider ca l-am pierdut si cred ca as fi putut sa il folosesc intr-un mod mai util mie.”

„Stresul din perioada examenelor”

„Nu mi-a plăcut modul de predare al unor profesori, faptul că am fost ironizați.”

10. Ce ați îmbunătăți la modul de predare în cadrul acestei facultăți ?

„As pune mai mult accentul pe probe practice la toate materiile. ”

„Să se comunice mai mult cu studenții la ore. ”

„Orarul ar trebui mai bine structurat, astfel incat sa fie mai usor pentru studenți sa se organizeze în ceea ce privește temele. ”

„Consider că ar trebuie încurajată mult mai mult munca în echipă. Trebuie încurajați studenții sa comunice cât mai mult, sa se deschidă, iar pentru asta e nevoie de profesori înțelegători și dornici. Ar trebuie să fie cât mai multe activități practice, deoarece este foarte multă teorie. ”

„Sa nu se insiste pe toate materiile care nu ne sunt cu adevarat de ajutor, pentru a ne putea axa pe cele importante. ”

Concluzii:

Conform răspunsurilor analizate se poate spune că majoritatea studenților s-au adaptat relativ bine la noua modalitate de studiu. Modul de învățare, de gestionare a timpului, de adaptare cu cadrele didactice și colegii noi nu au creat probleme majore în rândul colegilor noștri.

Faptul că un procentul de aproximativ 20% dintre studenți și-au dat seama că, după primul semestru de studiu prezintă dezinteres față de aceste studii, nu este un lucru bun. Acesta este una din problemele grave întâlnite, la care trebuie găsite soluții de rezolvare.

Modul de percepere a noțiunilor predate – cursuri și aplicații – au fost împărțite. Unii colegi au fost impresionați de modul de predare alții nu.

Răspunsurile variază în funcție de ceea ce fiecare dintre respondenți consideră important pentru asimilarea de cunoștințe viitoare. Acesta este un studiu făcut la începutul drumului de student, necesitățile și prioritățile nefiind încă foarte bine conturate în mintea colegilor noștri.



BIBLIOGRAFIE:

1. Dorina Sucală, Dana Elena Morar – Aspecte privind managementul resurselor umane în cadrul firmelor de construcții, UTPRESS, Cluj-Napoca, 2021, ISBN 978-606-737-518-3;
2. Carmen Buzea, Horia Moasa – Managementul Resursei Umane. Teorii în practica profesională, Ed. Institutul European, 2021;
3. Gheorghîța Caprarescu, Daniela Georgiana Stancu, Managementul resurselor umane, Ed. Universitară, 2013;
4. Ovidiu Nicolescu, Management, Ed. Didactică și Pedagogică, București, 1992;
5. Doina Catană, Management – curs, Ed. UTCN, 1997.



SISTEM PNEUMATIC PENTRU IZOLAREA SEISMICĂ A CLĂDIRILOR

Autori

Petru I. MACSIM¹, Diana-Maria C. ASAFTEI², Delia-Ioana V. PORCOS³

¹Facultatea de Construcții și Instalații, Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” din Iași, petru.macsim@student.tuiasi.ro

²Facultatea de Construcții și Instalații, Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” din Iași, diana-maria.asaftei@student.tuiasi.ro

³Facultatea de Construcții și Instalații, Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” din Iași, delia-ioana.porcoss@student.tuiasi.ro

Îndrumători

Prof. univ. dr. ing. Dorina-Nicolina ISOPESCU

Facultatea de Construcții și Instalații, Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” din Iași,
dorina-nicolina.isopescu@academic.tuiasi.ro

Ș.l. Dr. Ing. Sebastian-George MAXINEASA

Facultatea de Construcții și Instalații, Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” din Iași,
sebastian-george.maxineasa@academic.tuiasi.ro

REZUMAT: Mișcare terenului provocată de cutremure, reprezintă una dintre cele mai importante acțiuni care afectează structura de rezistență a clădirilor. Datorită acestei acțiuni, au fost înregistrate pierderi materiale semnificative care au pus o presiune importantă asupra dezvoltării economice a țărilor în care sau produs dezastre importante. Probabil că cel mai important aspect ce ține de acțiunea cutremurelor asupra construcțiilor este reprezentat de victimele care în timpul mișcării tectonice. Astfel, pe lângă impactul economic masiv, cutremurele pot produce și adevărate drame umane prin pierderea unui număr important de vieți omenești. Așadar, specialiștii din sectorul construcțiilor trebuie să gândească și să aplice diferite soluții cu scopul de a conforma corect, la acțiunea seismică, structurile de rezistență atât la clădirile noi cât și la cele existente. Lucrarea de față își propune să trateze, prin prezentarea unei machete, un sistem pneumatic care poate fi utilizat pentru izolarea seismică a clădirilor.

Cuvinte cheie: cutremure, rezistență, pierderi materiale, victime, sectorul construcțiilor, sistem pneumatic.

1.Introducere

De-a lungul timpului au fost înregistrare numeroase dezastre produse datorită acțiunii cutremurelor. Starea fondului construit existent și intensitatea seismelor au dus la pierderea a numeroase vieți omenești și a importante pierderi materiale. Țara noastră este activă din punct de vedere a acțiunii seismice și în istorie au fost înregistrare o serie de cutremure cu un impact puternic. Un prim cutremur puternic înregistrat, a fost cel 1940 și a avut magnitudinea de 7,4 grade pe scara Richter. Acțiunea seismică s-a produs la ora 3:39 dimineața, pe data de 10 noiembrie 1940, având epicentrul în zona Vrancea, la o adâncime de circa 133 km, cutremurul având o durată de 45 de secunde. Efectele acestui cutremur au fost însemnate, fiind afecte masiv centrul și sudul Moldovei, dar și Muntenia. Se estimează că au fost aproximativ 1.000 de morți și peste 4.000 de răniți, majoritatea victimelor fiind înregistrate în Moldova [1].

Un al exemplu este cutremurul din 4 martie 1977, care s-a produs la ora 21.21 și a avut o magnitudine Mw (magnitudine-moment) de 7,4. Acest cutremur s-a produs la o adâncime de 94 km și datorită acestei acțiuni seismice au fost înregistrate cele mai mari pagube datorate unui fenomen natural din istoria României. Cutremurul din 1977, a provocat la nivel național 1.578 de morți, dintre care 1.424 în București, și 11.321 de răniți. Din punct de vedere al pierderilor materiale, 32 de clădiri de înălțime mare sau medie s-au prăbușit în Capitală iar la nivel național 32.900 de locuințe au fost au suferit degradări majore. Conform datelor existente, peste 200.000 de oameni au fost afectați direct [2].



Pe lângă respectarea normelor actuale de proiectare care au prevăzute o serie de reguli și factori de conformare a structurilor împotriva acțiunii cutremurelor, există și o serie de sisteme și soluții care pot fi aplicate atât pentru realizarea structurilor noi cât și pentru consolidarea celor existente. Un astfel de sistem este reprezentat de cel montat în clădirea Taipei 101 care în anul 2004, devenea cea mai înaltă clădire din lume. Pentru protejarea clădirii la forțele orizontale datorate acțiunii vântului și a seismelor, aceasta a fost dotată cu un sistem de atenuare cu masă acordată, cunoscut sub denumirea de Tuned Mass Damper. Sistemul este compus dintr-o bilă masivă din oțel care este suspendată între etajele 87 și 92 cu ajutorul a opt toroane din oțel. Acest element îndeplinește rolul unui pendul care preia mișcările clădirii provocate de cutremur sau vânt [3].

Protejarea clădirilor împotriva acțiunii seismice se poate realiza și prin utilizarea conceptului de izolare a bazei. Un exemplu de clădire importantă la care a fost utilizat acest concept este prezentat de Aeroportul Sabiha Gökçen din Istanbul. Această clădire a fost inaugurată în 2009 și este considerată ca fiind una dintre cele mai mari clădiri din lume care este izolată împotriva cutremurelor. Pentru construirea terminalului a fost utilizată tehnologia denumită „Triple Friction Pendulum” - izolatori de tip pendul cu triplă frecare. Clădirea Aeroportului Sabiha Gökçen este așezată, prin intermediul a diferite elemente structurale, pe un număr de peste 300 de izolatori seismici. Acest sistem reduce cu pe 80% accelerația terminului în cazul unui cutremur [3].

Un alt sistem inovativ pentru izolarea seismică a clădirilor este reprezentat de cel pneumatic, care reprezintă o tehnologie utilizată pentru a reduce daunele acțiunii cutremurelor asupra sistemului structural al unei clădiri. Acestea pot fi folosite în diferite tipuri de clădiri, inclusiv în: locuințe rezidențiale, clădiri de birouri sau clădiri publice.

Aceste sisteme constau în utilizarea unor punți flexibile sau saci care sunt umflați rapid cu aer, în cazul unui cutremur, pentru a absorbi și atenua energia generată de mișcarea plăcilor tectonice. Pernele cu aer utilizate pentru realizarea acestor sisteme anti-cutremur sunt realizate din multiple straturi de materiale care pot rezista la forțele mari, generate de cutremure. Sunt prevăzute cu dispozitive de umflare rapidă, cum ar fi butelii cu aer comprimat sau generatoare de aer. De asemenea, în componența sistemelor pneumatice intră și o serie de senzori pentru depistarea acțiunii seismice, a unui computer central care monitorizează activitatea senzorilor, a pernelor cu aer și a legăturii formate între fundație și clădire [4]. Inginerului japonez Youichi Sakamoto, a inventat această tehnologie, remarcabil de simplă ca și concept, pentru a proteja casele de mișcările devastatoare care se pot înregistra în timpul unui cutremur. Această metodă de protejare a clădirilor a fost deja implementat în aproape 90 de locații din Japonia. Sistemul funcționează într-o manieră simplă: suprastructura clădirii este decuplată de fundație printr-o cameră de aer extensibilă. În momentul în care este detectat un cutremur (într-un interval de 0,5 - 1 secundă), aerul din rezervorul de stocare umple camera și ridică întreaga structură până la 3 cm și o menține acolo până când un sensor detectează că acțiunea seismică a încetat (vezi Figura 1). Sunt furnizate baterii de urgență pentru a se asigura că sistemul rămâne funcțional în eventualitatea unei pierderi de energie [5].

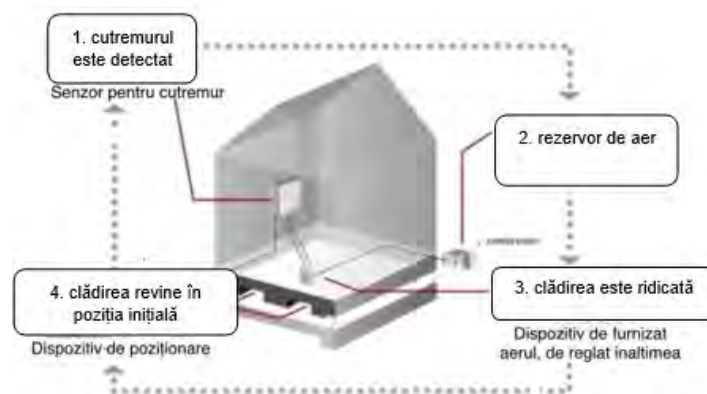


Figura 1. Schemă funcționare sistem pneumatic



2. Studiu de caz

Pentru a exemplifica sistemul pneumatic care poate fi utilizat pentru izolarea seismică a clădirilor, a fost realizată o machetă utilizând plăci din fibre de lemn dublu orientate, șuruburi și adeziv pentru lemn. Utilizând scara de 1:50, a fost realizată o clădire rezidențială, cu suprafața de 35,215 m², cu regimul de înălțime P și înălțime utilă de 3 m (vezi Figura 2)

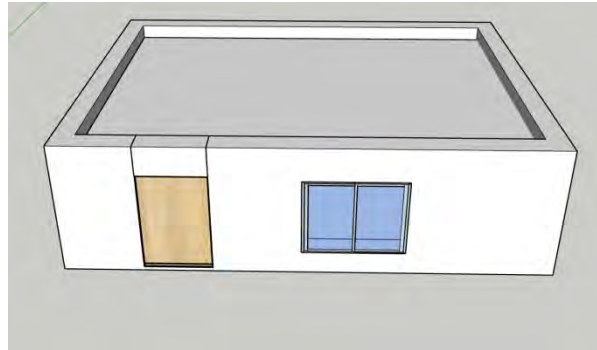


Figura 2. Planul 3D al clădirii considerate.

Pentru realizarea machetei plăcile OSB au fost debitate la dimensiunile necesare, după care acestea au fost montate utilizând șuruburi metalice și adeziv pentru lemn (vezi Figura 3 și 4).



Figura 3. Asamblarea machetei



Figura 4. Asamblarea machetei



Un element important al acestui sistem este reprezentat de infrastructura clădirii care trebuie să permită crearea legăturii flexibile, prin intermediul pernelor cu aer, cu suprastructura. Acest element a fost realizat sub forma unei cutii rigide fără capac în interiorul căreia au fost dispuse elemente liniare de susținere a clădirii. Fundația a fost realizată din plăci OSB iar pernelor de aer au fost amplasate între reazemele liniare dispuse în direcție transversală (vezi Figura 5). Pentru realizarea sistemului pneumatic au fost încercate, în primă fază, o serie de airbag-uri mai mici de la mașini, dar acestea, datorită materialului din care sunt realizate nu rețin aerul. Astfel, au fost utilizate perne de aer din plastic. Reazemele așezate între pernelor de aer au rolul de a susține clădirea când acestea nu sunt umflate. De asemenea, aceste elemente liniare au și rolul de a prevenii deplasarea pernelor de aer de pe poziția ideală. În plus, sunt utilizate pentru a împărți pernelor de aer în compartimente mai mici, ajutând la limitarea transferului de energie seismică între diferite zone ale clădirii, dar și în cazul în care o pernă se sparge, celelalte perne de aer să poată continua să ofere protecție clădirii (vezi Figura 5, Figura 6 și Figura 7).



Figura 5. Sistem pneumatic (airbag)

Este important ca pernelor de aer să fie umflate la presiunea corectă, deoarece acest lucru afectează capacitatea lor de a absorbi energia seismică în timpul unui cutremur. O pernă de aer care este umflată sub presiunea necesară nu poate să ofere protecția necesară, în timp ce o pernă de aer care este umflată peste presiunea optimă poate să se spargă sau să se deterioreze.



Figura 6. Locuință pe sistem pneumatic

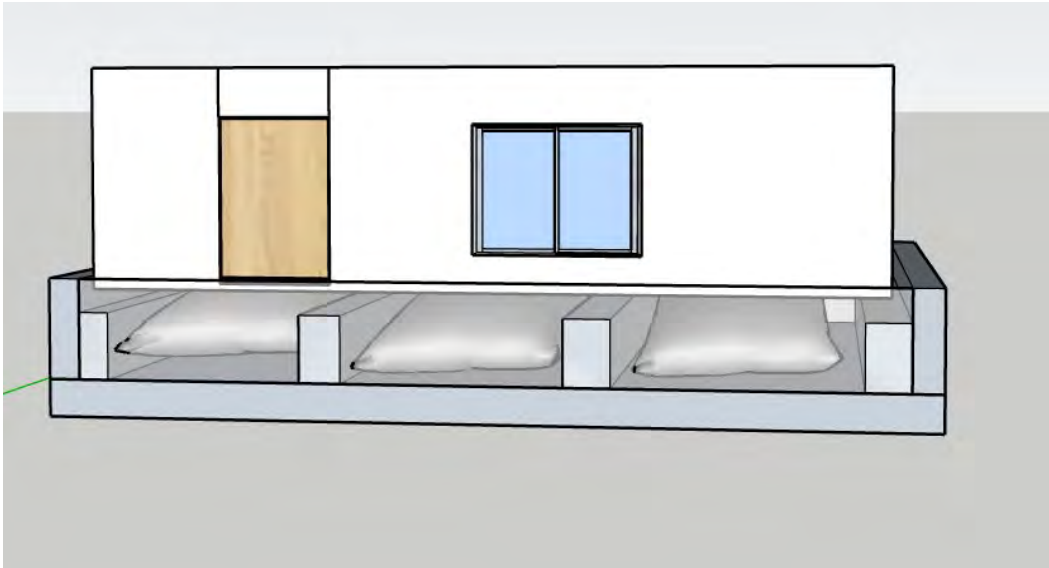


Figura 7. Schița 3D a sistemului

3. Avantajele și dezavantajele acestui sistem

Un avantaj important este reprezentat de minimalizarea costurilor reparațiilor, fiind aproximativ o treime din costul altor sisteme de izolare seismică. Flexibilitatea formei și arhitecturii clădirii constituie un plus pentru cei care pun accent pe aspect dar își doresc și o structură care să fie protejată activ împotriva acțiunii seismului. Un alt avantaj este reprezentat de posibilitatea reutilizării pernelor cu aer după cutremur, lucru care se transpune în reducerea impactului economic și ecologic al întregului sistem. [6].

Un dezavantaj al sistemelor pneumatice este reprezentat de necesitatea întreținerii periodice, dar și proiectarea și realizarea acestuia. Utilizarea sistemelor anti-cutremur pot necesita respectarea unor reglementări și obținerea aprobărilor corespunzătoare din partea autorităților competente, ceea ce poate adăuga complexitate și timp în procesul de construcție [6].

4. CONCLUZII

În cazul acțiunii seismice principalul obiectiv pe care o construcție trebuie să îl îndeplinească este acela de a asigura un grad optim de siguranță structurală cu scopul de a proteja utilizatorii pe durata cutremurului și de a asigura o evacuare post-cutremur. Astfel, specialiștii din domeniul Ingineriei Civile trebuie să gândească și să pună în operă diferite soluții și sisteme pentru a se asigura faptul că în cazul unei mișcări tectonice, nu sunt pierdute vieți omenești.

Există mai multe sisteme și soluții care pot fi utilizate pentru izolarea seismică atât a clădirilor noi cât și a celor existente. Dintre acestea, sistemul pneumatic oferă un grad ridicat de modularitate, putând fi utilizat pentru izolarea seismică a diferite tipuri de clădiri. Tehnologia utilizată pentru depistarea cutremurelor, umflarea rapidă a pernelor cu aer și controlul acestor transformări acest sistem într-un sigur de utilizat.



BIBLIOGRAFIE

1. <https://historia.ro/sectiune/general/cutremurul-din-10-noiembrie-1940-groaznicul-573011.html> (accesat 20.04)
2. <https://www.agerpres.ro/documentare/2022/03/04/cutremur-1977-45-de-ani-de-la-puternicul-seism-din-4-martie--877635> (accesat 20.04)
3. <https://www.spatiuconstruit.ro/articol/cum-construim-cladiri-rezistente-la-cutremur-4-exemple-de-tehnologii-antiseismice/26382>
4. <https://www.asme.org/topics-resources/content/made-in-japan-earthquake-proof-homes> (accesat 19.04)
5. <https://theindexproject.org/award/nominees/243> (accesat 19.04)
6. <https://newatlas.com/airlift-system-levitate-houses-earthquakes/21762/> (accesat 20.04)



ÎMBUNĂTĂȚIREA PERFORMANȚEI ANVELOPEI CLĂDIRILOR CU AJUTORUL MATERIALELOR NATURALE

Autor/autori

Antonia V. MATIȘ, Mihaela V. MEDREA, Iuliana R.G. PITICAR

Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică Cluj Napoca, matisnetti@gmail.com

Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică Cluj Napoca, medrea.mihaela20@gmail.com

Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică Cluj Napoca, piticariuliana@gmail.com

Îndrumător/îndrumători

dr. ing. Constantin Lucian ȘTEFAN

ing. Magdalena Roxana PĂCURAR

Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică Cluj Napoca, lucian.stefan@mecon.utcluj.ro

Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică Cluj Napoca, roxanabanabic@gmail.com

REZUMAT:

Îmbunătățirea performanței anvelopei clădirilor cu ajutorul materialelor naturale este un concept care s-a impus în ultimii ani, pe fondul creșterii preocupărilor pentru mediul înconjurător și eficiența energetică. Materialele naturale sau reciclate au caracteristici excelente de izolare termică și fonică, fiind capabile să reducă pierderile de energie și zgomotul în interiorul clădirii. Aceste materiale sunt sustenabile și prietenoase cu mediul, ceea ce le face o alegere ideală pentru proiecte de construcție durabile și ecologice, spre deosebire de cele sintetice care sunt adesea nocive și energofage. Lucrarea pune în evidență proprietățile și comportamentul unor materiale naturale precum și modul în care acestea pot fi utilizate pentru a spori performanța anvelopei clădirilor. Pereții din pământ bătătorit reprezintă o metodă eficientă de realizare a unei structuri, care presupune utilizarea pământului pentru a crea un strat structural și izolator între peretele exterior al clădirii și mediul înconjurător. Tencuielile din lut și var pot fi folosite pentru protejarea clădirii, în timp ce saltelele din lână pot fi utilizate pentru izolarea pereților și a acoperișurilor. Utilizarea materialelor naturale poate contribui la îmbunătățirea performanței anvelopei clădirilor, reducând costurile de încălzire și răcire și creând un mediu de locuit mai confortabil și clădiri mai sustenabile.

Cuvinte cheie : materiale naturale , termoizolare , anvelopă , conductivitate termică

1. Introducere

Îmbunătățirea performanței anvelopei clădirilor cu ajutorul materialelor naturale este o temă de actualitate în domeniul construcțiilor sustenabile. Utilizarea acestor materiale poate contribui la reducerea impactului asupra mediului și la îmbunătățirea eficienței energetice a clădirilor.

Știm cu toții că în România, cel mai vândut, cel mai cunoscut și, probabil cel mai ieftin sistem de termoizolare este cel cu polistiren. Se izolează cu acest material mii de case și sute de blocuri. Este materialul cel mai răspândit și poate cel mai potrivit buzunarelor celor care trăiesc și își câștigă existența în România. În cele mai multe cazuri modul de aplicare al sistemului este relativ simplu dar chestionabil. Numeroase întrebări legate de exploatarea acestui material se pot ridica. Este acest material într-adevăr eficient ? Este el sănătos ? Cât de mult se poluează cu procesul de



fabricare ? Au materialele componente efecte negative asupra clădirii sau a sănătății celor care locuiesc în locuințe termoizolate cu polistiren ? Este permanentă protecția termică, se diminuează ea în timp ? Mai nou, populația se avântă asupra termoizolației din vată bazaltică, dar din păcate dacă acest sistem se montează inadecvat poate să prezinte la fel de multe probleme ca și o termoizolare cu polistiren cu costuri și mai mari. Aici ne referim la faptul că sunt riscuri mari să apară punți termice iar dacă sistemul este aplicat cu adeziv și finisat cu diferite materiale care împiedică respirația pereților, nu ai făcut nimic bun. Vestea bună este că, totuși, vata bazaltică aplicată corect poate asigura o termoizolare foarte eficientă și de ce nu, fără să dăuneze sănătății.

Lucrarea are scopul de a prezenta avantajele unor materiale de termoizolare complet naturale, sănătoase, 100% ecologice. În cele de mai jos se prezintă ca exemplu câteva materiale termoizolante naturale, care acum se pot cumpăra chiar și la noi în țară sau se pot găsi în mediul nostru, aproape gratis.

2. Descriere materiale și punere în opera

2.1. Pământul bătătorit

Pământul bătătorit este bine cunoscut de secole pe toate cele cinci continente ca tehnică tradițională de construire a zidurilor. Conform tehnicilor moderne de obținere a pământului bătătorit, pământul umed este turnat în cofraj în straturi de până la 15 cm, care apoi se compactează prin bătătorire.

Prin sistemele avansate de bătătorire, cum ar fi bătătorirea electrică sau pneumatică se reduce efortul fizic necesar. Din motive ecologice și uneori și economice, pereții obținuți cu tehnologiile mecanizate de bătătorire a pământului pot constitui o alternativă viabilă pentru zidăria convențională, când standardele de izolare termică cerute sunt foarte înalte.

Cofraje pământ bătătorit

Sistemele de cofraje obișnuite, folosite în tehnologia betonului pot fi folosite și pentru pământul bătătorit, deși de obicei se dovedesc a fi prea grele și prea costisitoare. În Europa, se folosesc cel mai adesea panouri de lemn cu o grosime de 19 mm, dar se pot folosi și panouri de 30 până la 45 mm. Acestea trebuie să fie fixate cu ajutorul unor bare verticale astfel încât cofrajul să nu se îndoaie în timpul bătătoririi. Dacă cofrajul nu este optimizat pentru această tehnică, atunci până la 30% din toată munca s-ar putea concentra asupra ridicării, ajustării și demontării cofrajului.



Figura 1. Cofraj



Se va ține cont de următoarele:

- Placajele trebuie să fie rigide, astfel încât să nu se îndoaie în afară în timpul bătătoririi.
- Toate părțile trebuie să fie destul de ușoare pentru a putea fi transportate de doi muncitori.
- Cofrajele trebuie să fie ușor de ajustat atât pe verticală, cât și pe orizontală.
- Variațiile grosimii peretelui trebuie să fie controlabile în limita unei toleranțe specifice.
- Este de preferat ca marginile să nu aibă nevoie de nici un fel de cofraj. De aceea, cofrajul trebuie să fie adaptat turnării unui perete de dimensiuni variabile.



Figura 2. Casă realizată din pământ bătătorit

Unelte

În trecut, pământul se bătorea manual folosind maiuri cu formă conică, cu baza ascuțită sau plată. Maiurile electrice și pneumatice sunt folosite încă din prima jumătate a secolului 20 în Germania, Franța și Australia. Având acțiune similară unui ciocan, cu o ridicare de 33 mm, și o frecvență de 540 lovituri pe minut, bătătorirea este foarte eficientă. În Australia din anii 50, se folosește un mai pneumatic ce acționează ca un perforator pneumatic, cu o frecvență de 160 lovituri pe minut și o greutate de 11 kg. Ulterior a fost construit un mai cu vibrații electrice, motorul acestuia are o frecvență de 1000 până la 1200 bătăi de minut. Poate compacta straturi de sol cu o grosime de până la 7 cm.



Figura 3. Tehnica de realizare. Aspect.

Uscarea

Rareori se poate afirma cu precizie când un perete de lut s-a uscat. Dacă este o climă caldă și uscată și suficienți curenți de aer, contracția se oprește după numai câteva zile. După trei săptămâni, peretele este practic uscat, deși conținutul de apă este încă puțin mai ridicat decât conținutul de umiditate de echilibru.

Izolare termică

Capacitatea de izolare termică a pereților de pământ bătătorit făcuți cu pământ obișnuit nu este suficientă pentru a asigura un nivel de izolare termică necesar climatelor reci. Valoarea U a unui perete de pământ bătătorit gros de 30 cm este de 1.9 până la 2.0 W/m²K. Pentru a atinge o valoare U de 0,5 W/m²K, necesară în multe țări europene, este nevoie de o grosime de 1.6 până la 1.8 m. De aceea, în regiunile reci, ar trebui folosit fie un perete gros de lut ușor, fie un alt gen de izolare termică adițională. Zidurile de pământ au inerție termică ridicată: înmagazinează căldura și o eliberează ulterior, încet, în încăperea.



Finisarea suprafețelor

În cazul unui perete de pământ bătătorit este nevoie de mai puțin efort și mai puține materiale pentru tratarea suprafețelor în comparație cu pereții construiți folosind alte metode de construcție. De regulă, nu este necesar și nici indicat să se tencuiască un perete de pământ bătătorit. Dacă suprafața este finisată cu o mistrie umedă, imediat după îndepărtarea cofrajului, atunci se obține o suprafață netedă, ce poate fi vopsită sau tapetată (pentru suprafețele interioare). Dacă suprafețele exterioare tratate astfel sunt protejate de ploaie cu streșini și de stropire printr-un soclu, este necesar un singur strat de vopsea de protecție.

Se poate constata din detaliile prezentate mai sus că un perete realizat din pământ bătătorit este ieftin (chiar gratis dacă pământul se procură local), ușor de pus în operă chiar de către un amator nefiind necesare unelte sau cunoștințe complexe, eficient energetic, estetic și bun izolator. Demolarea unei construcții din pământ bătătorit nu produce nici un fel de deșeuri fiind direct integrabil în natura din care a fost direct extras. Ca dezavantaj se poate menționa faptul că uscarea poate fi relativ lentă în anumite climate și ca metodele de calcul precum și comportamentul seismic este mai dificil surprins.

2.2. Tencuiala de lut

Tencuiala de lut este un amestec de argilă, nisip, paie și apă. Secretul tencuielii de lut constă în proporțiile fiecărui material din acest amestec.

Compoziția și rolul materialelor din tencuiala de lut

Dacă lutul (argila și nisipul) îl putem extrage chiar de pe terenul nostru, pentru a obține tencuiala de lut este nevoie să mai adăugăm apă și paie (sau alte fibre), materiale care în principiu sunt în apropierea noastră, ușor de procurat. Aceste fibre au rol de armătură și scad semnificativ riscul apariției crăpăturilor. În acest amestec argila are rol de liant. Va face ca nisipul să se lipească între ele, apoi și pe suprafața pe care se va tencui. Cu ajutorul apei înmuiem, dizolvăm argila, dar în același timp obținem maleabilitatea dorită a materialului.

Pentru ca tencuiala să nu fie prea "grasă", lipicioasă (ceea ce va duce la apariția crăpăturilor mari și adânci) argila nu trebuie să fie în amestec în proporție mai mare de 60-70%. Dacă dorim ca totuși materialul să fie suficient de lipicios, să nu se erodeze ușor, argila trebuie să fie în amestec în proporție de minimum 30-40%. Cantitatea de argilă în amestec ar trebui să fie între 30% și 70%. Apa, ca și la frământarea aluatului, se adaugă treptat, până se omogenizează bine materialele și se obține maleabilitatea dorită. La fel și fibrele, se adaugă treptat până se poate vedea că acestea se vor găsi peste tot în amestec, însă fără să formăm ghemotoace, noduri de paie sau alte fibre pe care le vom adăuga.

Proporția de argila din lut

Pentru a obține proporția potrivită de argila și nisip se pot folosi mai multe metode. Un test simplu și rapid este să luăm un pumn de material excavat să-l amestecăm cu apă, până se omogenizează materialul, încercând să obținem un bulgăre. Dacă acest bulgăre va fi lipicios, se va mai adăuga nisip. Dacă este prea nisipos, se va adăuga liant. În acest caz se recomandă să se adauge var stins,



deoarece argila pură este un material foarte solid și greu de dizolvat. Făcând o cantitate mică de tencuială și aplicând-o pe un perete (uscat complet dar stropit cu apă) aflat la umbră (minimum 20°C temperatura aerului și în grosime de maximum 1 cm) după uscare se poate vedea dacă amestecul este bun. Multe crăpături adânci vor semnala un material prea argilos iar o tencuială uscată care se erodează la atingere, înseamnă un amestec prea nisipos.



Figura 4. Testul borcanului

Există și așa numitul "**testul borcanului**", care poate indica deja la extracție care sunt proporțiile materialelor din amestec. Un borcan de 800 l se umple până la jumătate din pământ excavat, se adaugă apă până aproape de umplere, se pune capac și se agită bine. Se lasă să se așeze materialele până a doua zi. Dacă particulele materialelor nu sunt foarte fine, se vor vedea în partea de jos pietricele, apoi straturile de nisip, nămol și argilă. Astfel, se va vedea clar, în ce proporție se află argila în amestec.

Prepararea tencuiei de lut

Tencuiala se prepară prin malaxarea materialelor pentru a omogeniza amestecul. Se poate improviza o cutie din scândură sub forma de dreptunghi sau pătrat cu pereți de 15-30 cm înălțime. În cutie se recomandă să se pună lutul (pământul excavat) la înmuiat (acoperit cu apă) cel puțin 24 de ore pentru o omogenizare mai rapidă. A doua zi, acest material se poate amesteca manual chiar în acea cutie (adăugând paie sau orice alt material necesar – de exemplu nisip, dacă e nevoie). Amestecul se poate prepara și într-o betonieră sau malaxor sau se poate amesteca direct în roabă cu ajutorul unei sape sau manual.

Aplicarea tencuiei de lut

Înainte de aplicare, suprafața trebuie să fie curată și umedă (prin pulverizarea de apă sau stropirea cu o bidinea umedă) pentru a spăla praful care este inamicul lianților. Indiferent de grosimea tencuiei, se aplică aproximativ 3 straturi. Unul grosier, de umplere și nivelare a golurilor mari, un strat de îndreptare (cu ajutorul acestuia se asigura netezirea și planeitatea dorită) și un ultim strat de finisare. Dacă primele straturi se pot aplica într-o grosime de 1-2 cm, cel de finisaj nu ar trebui să depășească 1-3 mm. Pentru acest strat, materialele vor fi cernute, iar în locul fibrelor groase (cum ar fi paie) se adaugă fibre subțiri (e.g. pleava). În unele cazuri, se aplică la început un "grund", care este de fapt un "lapte de noroi", un lut dizolvat în multă apă. Aplicarea straturilor se poate face manual, cu scule de mână (mistrie, gletieră, dreptar) sau cu mașină de tencuit. Se recomandă, mai ales în interior, o grosime finală de 2-3 cm. Tencuiala se usucă relativ lent, în câteva zile.



Figura 5. Aplicarea tencuiei de lut

Tencuiala de lut nu aderă pe lemn, astfel, dacă e nevoie, pe părțile lemnoase peste care dorim să tencuim (stâlpi, grinzi, pereți), trebuie aplicat un strat de rogojină de stuf sau plasă de iută / cânepă, fixat mecanic sau direct aplicat în stratul umed și apoi reacoperit. În afară de lemn, aproape pe orice altă suprafață, tencuiala de lut va adera foarte bine, inclusiv pe materialele moderne cum ar fi betonul sau BCA-ul.



2.3. Baloții de paie

Termoizolarea cu baloți reprezintă o metodă eficientă de izolare termică a unei structuri existente. Termoizolarea presupune utilizarea de baloți de paie pentru a crea un strat izolator între perețele exterior al clădirii și mediul înconjurător. Pentru realizare, se pregătește mai întâi suprafața exterioară a clădirii prin curățarea și netezirea acesteia. Grosimea termoizolației este de minimum 35 cm (baloți așezați pe cant). În primul rând trebuie să ne asigurăm că există loc suficient pentru a monta baloții de paie pe pereții exteriori. Este recomandată o streășină cât mai lată (minimum 60-80 cm) pentru ca acesta să protejeze baloții, iar în cazul în care nu avem să luăm în calcul o eventuală prelungire (e.g. aruncător la acoperiș), dar cu costuri minime. Termoizolația cu baloți se tencuiește la exterior, cel mai adesea cu tencuială de lut.



Figura 6. Baloți de paie în construcții

Avantaje:

- ieftin (paiele, cofrajul, nisipul, pietrișul, varul nu depășesc 35-40 lei/);
- eficient din punct de vedere al consumului redus de energie termică;
- sănătos (permite respirația pereților, nu apare mucegai, nepoluant pentru mediul înconjurător);
- consum redus de energie termică, coeficientul de conductivitate termică pentru un balot de paie este de 0,0456 W/m²K, în timp ce pentru polistiren este 0,4 sau pentru cărămizile YTONG 0,125.

Dezavantaje:

- posibila deficiență estetică, deoarece pereții se îngroașă semnificativ (30-40 cm);
- se obstrucționează puțin pătrunderea luminii, geamurile vor părea mai mici datorita grosimii termoizolației;
- expunere crescută la atac de insecte sau rozătoare.

2.4. Lâna

La fel ca și paiele, lâna este un material vechi care are noi utilizări în lumea modernă. Lâna, este un izolator excelent care are avantajul de a fi ecologic. Lâna este, de asemenea, un material excelent pentru a absorbi poluanții din aer și pentru a îi împiedica să pătrundă într-o clădire. Lâna filtrează și îmbunătățește calitatea aerului din interior și îndepărtează particulele de praf. Lâna se poate recupera de la crescătorii de oi care o aruncă la ora actuală. Prelucrarea este relativ facilă: doar spălare și dărăcire.

Izolare higrotermică

Lâna de oaie poate regla umiditatea. Este higroscopică având capacitatea de a absorbi apă între 33 și 40% din propria greutate, fără ca proprietățile de izolare să fie afectate și fără a-și schimba



aspectul de fibră uscată. Aceasta o face potrivită pentru zonele în care se poate forma condens. De aceea, este adecvata pentru izolarea caselor din lemn, puternic afectate de condens.

Izolare fonică

Lâna are proprietăți excelente de izolare fonică, păstrând zgomotul dincolo de pereți, tavan sau podea. Modul în care acționează este foarte simplu. Pentru a ajunge în casă, undele sonore trebuie să traverseze stratul de lână. Milioanele de fibre din care este alcătuită izolația fac ca undele să piardă din energie, reducându-se cu fiecare fibră depășită. Astfel zgomotul din exterior nu mai pătrunde în casă, dar nici cel din casă nu trece în exterior.



Figura 7. Izolație cu saltea din lână

Rezistența la foc

Izolația din lână de oaie este rezistentă la foc. O bucată de lână aprinsă cu un chibrit se stinge imediat când se îndepărtează flacăra datorită conținutului crescut de azot care face ca lână să ardă mocnit, pârlindu-se numai și stingându-se în momentul în care flacăra dispare. Pentru a arde, lână are nevoie de o temperatură mai mare de 560 grade Celsius.

Purificarea aerului

Lâna de oaie purifică aerul având capacitatea de a absorbi și a neutraliza substanțe dăunătoare organismului. Fibra de lână este de fapt o proteină naturală alcătuită din 18 aminoacizi diferiți, 60% dintre aceștia având o structură ce poate reacționa cu anumite substanțe nocive precum bioxidul de sulf sau formaldehida pe care le fixează printr-un proces ireversibil (chemosorbție).

Montarea izolației de lână

Procedeul este foarte asemănător cu montarea unei izolații din vată de sticlă sau vată bazaltică. Nu sunt necesare mașini sau utilaje speciale, doar o mână de lucru experimentată. Peretele este practic "căptușit" cu role de lână prinse de perete / acoperiș / podea cu adeziv sau cu capse. Lâna astfel montată va fi apoi îmbrăcată în plăci de lemn sau de gipscarton.



Figura 8. Montarea izolației din lână



3. Compararea materialelor

	Coeficientul de conductivitate termică(W/mK)	Rezistența la temperatură (°C)
Pământul bătătorit	0.6-1.5	2000 °C
Tencuiala de lut	0.5-1.0	1850 °C
Baloți de paie	0.04-0.05	180 – 200 °C
Lâna	0.035-0.045	600 – 750 °C

4. Concluzii

Utilizarea materialelor naturale poate aduce multiple beneficii în construcția de clădiri sustenabile și eficiente energetic, cu un impact mai mic asupra mediului. Este important să continuăm cercetările și să dezvoltăm tehnologii noi pentru a utiliza aceste resurse într-un mod optim și să încurajăm industria de construcții să își îndrepte atenția către soluții durabile și prietenoase cu mediul. În egală măsură, ar trebui continuate eforturile de promovare a soluțiilor sustenabile și de facilitare a accesului publicului larg la aceste materiale. Adeseori, evitarea unui material sustenabil nu este datorată materialului în sine ci a lipsei de cunoștințe despre material și / sau despre punerea lui în operă și a exploatarea lui.

5. Bibliografie

1. Carte: *BUILDING WITH EARTH : Design and Technology of a Sustainable Architecture* by Gernot Minke
2. <https://casenaturale.ro/tencuiala-de-lut/>
3. <https://casedinbalotidepaie.ro/termoizolarea-cu-baloti-a-unei-structuri-existente/>
4. <https://revistadinlemn.ro/2017/11/20/solutii-naturale-si-sanatoase-pentru-izolarea-caselor-din-lemn/>
5. <https://www.renovat.ro/termoizolatie-cu-lana-de-oaie-p-735/>
6. <http://www.dex-tex.info/fibrele-naturale/fibra-de-lana>
7. <https://ro.wikipedia.org/wiki/L%C3%A2n%C4%83>



REUTILIZAREA MASELOR PLASTICE ÎN DOMENIUL CONSTRUCȚIILOR

Autor

Pînzaru Eduard

Facultatea de Construcții Universitatea Tehnică Cluj-Napoca pinzaru04@gmail.com

Îndrumători:

Asist. Dr. Ing. Pleșa Luminița¹, S.L. Dr. Ing. Buru Marius², Asist. Dr. ing. Blaga Florin³

¹Facultatea de Construcții Universitatea Tehnică Cluj-Napoca luminita.molnar@ccm.utcluj.ro

²Facultatea de Construcții Universitatea Tehnică Cluj-Napoca marius.buru@mecon.utcluj.ro

³Facultatea de Construcții Universitatea Tehnică Cluj-Napoca florin.blaga@mecon.utcluj.ro

REZUMAT:

Având în vedere conceptul dezvoltării durabile cu privire la reducerea cantităților de deșeuri, lucrarea de față prezintă o soluție privind reducerea poluării mediului înconjurător prin reciclarea deșeurilor din material plastic provenit din activitatea omului. În cadrul programului experimental, din această lucrare se propune reutilizarea maselor de plastice reciclate, obținute din diverse tipuri de deșeuri, sub formă de armătură într-un element din beton. Conceptul de armare reprezintă o structură zăbreliată, structură ce a fost proiectată mai întâi în programul ALLPLAN, pentru a avea o perspectivă cât mai corectă cu privire la modul de dispunere a armăturii. Lucrarea de față, propune înlocuirea armăturii clasice din oțel cu plastic dur. Unul dintre obiectivele lucrării de față, îl va reprezenta analiza caracteristicilor mecanice (rezistența la compresiune și rezistența la întindere din încovoiere) unui microbeton armat cu o structură zăbreliată din mase plastice. Pentru a evidenția comportarea elementului din beton armat o structură zăbreliată din mase plastice s-a realizat de asemenea și o analiză statică în AXISVM și Abacus.

Cuvinte-Cheie: Reducerea poluării, reciclarea plasticului, utilizarea Policlorurii de Vinil (PVC), armătură din PVC

1. Introducere

Materialele polimerice sau popular – plasticul, sunt substanțe organice, anorganice, sau mixte care le putem identifica și găsi foarte ușor în viața de zi cu zi a fiecărui om. Putem spune că în marea majoritate a cazurilor primul material pe care omul îl atinge în fiecare dimineață este plasticul (de la telefon, periută de dinți, mânerul de la uși, până la cheile de la mașină, cartela de la bloc, caserole cu mâncare pentru prânzul de la birou) aproape totul e făcut din plastic. Fiecare din obiectele menționate mai sus folosesc un anumit tip de plastic cu anumite calități, unele fiind foarte flexibile, altele foarte dure, altele termoizolante ș.a.m.d. Însă, la un moment dat, oamenii se plictisesc de ele sau le strică și le aruncă, preferabil ar fi, într-un loc special amenajat de unde sunt colectate și duse către centre de reciclare, unde am putea refolosi plasticul utilizat, dar nu mereu se întâmplă așa cum ar fi corect. Multe dintre ele ajung să polueze natura - oceanele. Stadiu actual: „Plasticul este unul dintre cele mai poluante deșeuri și există un impuls global de reducere a impactului său prin mai multe directive. La nivel european, conform statisticilor, în fiecare an sunt generate aproximativ 26 de milioane de tone de plastic, dintre care 80% sunt aruncate în apă (râuri, lacuri, mări și oceane).”[1]



Figura 1: Deșeuri din plastic

2. Programul experimental

• Etapa I. Modelare 3D

Ideea principală a fost aceea de a folosi cât mai mult plastic reciclat pentru a reduce semnificativ poluarea în masă a oceanelor cu mase plastice, astfel încât s-a început de la un element structural principal – o grindă, cu deschiderea de 4 m în care să se înlocuiască armătura clasică cu armătură din plastic. S-a început să se modeleze în AllPlan, ca să poată fi vizualizată și să se înceapă partea de calcul calculul. Această structură zăbreliată se reduce la modelul unui cub cu diagonale opuse pe toate fețele acestuia.

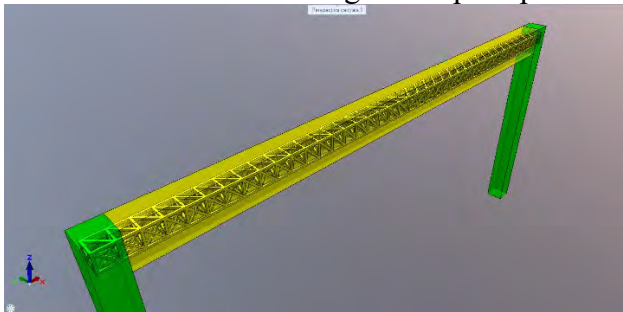


Figura 2 Reprezentare axonometrică grindă 4 m

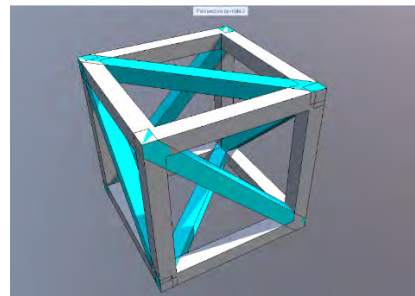


Figura 3: Reprezentare axonometrică cub

• Etapa II. Modelare 3D și calcul în AxisVM

Pentru prima variantă de calcul s-a folosit AxisVM, unde s-a modelat o structură zăbreliată ca să poată fi văzută dacă această idee e sustenabilă. În AxisVM s-a putut face calculul doar pe structura zăbreliată, nu întreg compozitul, ceea ce a impus trecerea la un program mai general de calcul. Secțiunea laturii unui cub din plastic este de 25 mm echivalentul a 0.0025 m. Proprietățile plasticului folosit în calcul sunt cele de la policlorura de vinil (PVC). Se va folosi încărcarea calculată în ecuația (1).

Ipoteza de lucru:

$$P = \rho_{zidărie} \times l ; P=4,5 \text{ kN/m}^2$$

(1)

unde P - Încărcare pe suprafață; $\rho_{zidărie}$ - Zidărie cărămidă plină $\rho=18 \text{ kN/m}^3$; l - lățimea grinzii = 0,25 m

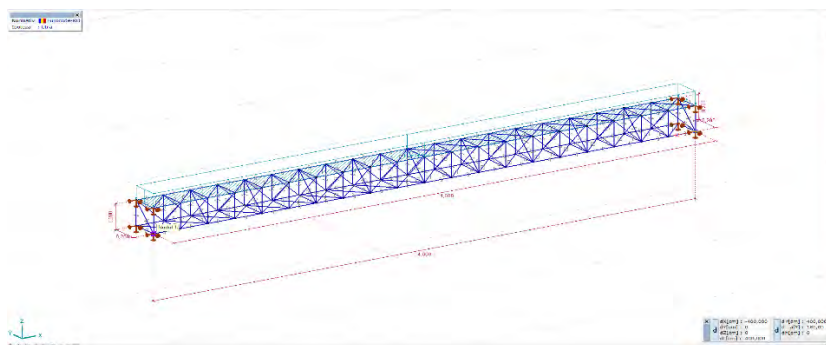


Figura 4: Reprezentarea tipului de încărcare



După ce s-a modelat și s-au setat încărcările, s-a făcut un calcul iar rezultatele sunt reprezentate în figurile 5; 6; 7.

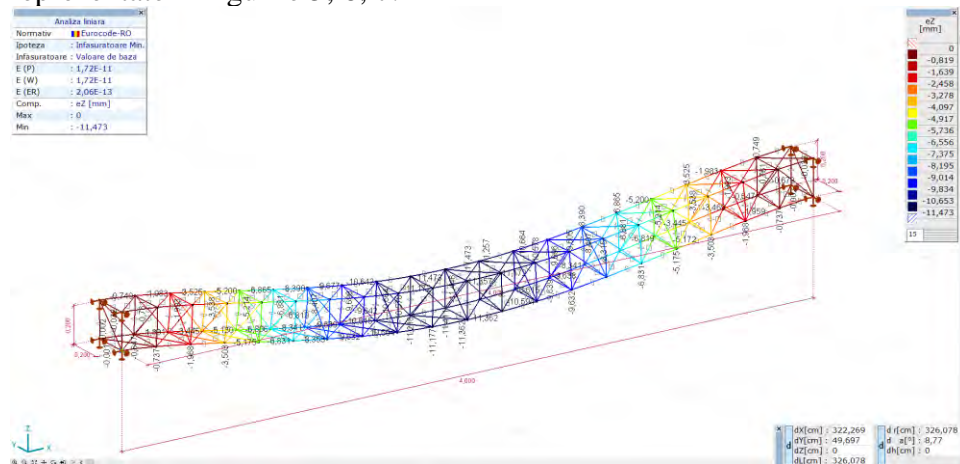


Figura 5: Deformata pe direcția acțiunii încărcării (e)

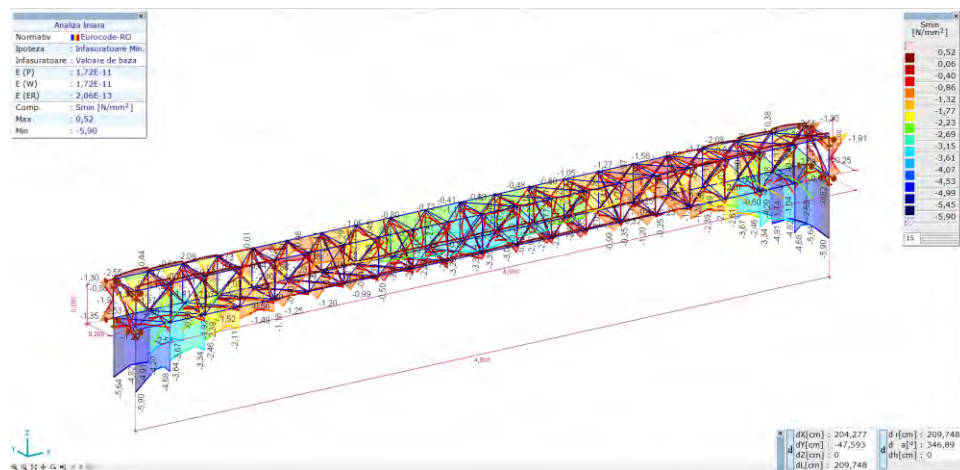


Figura 6: Efortul secțional minim (σ_{min})

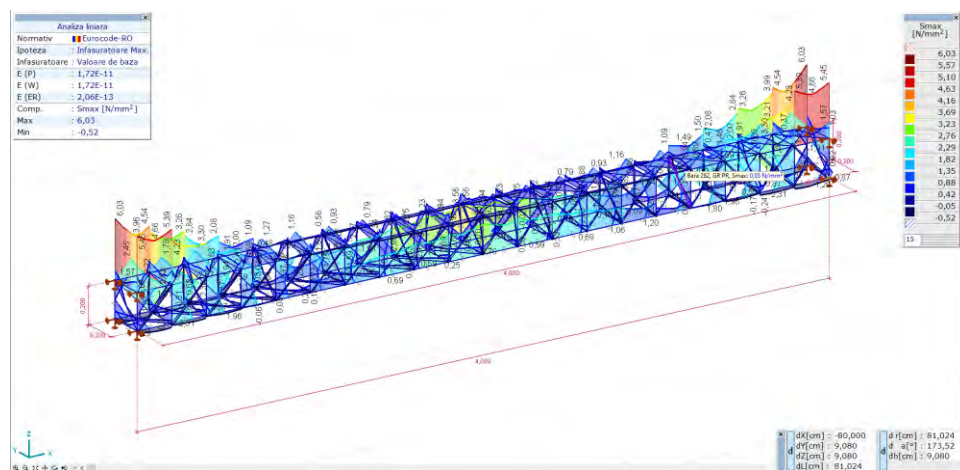


Figura 7: Efortul secțional maxim (σ_{max})

• Etapa III. Modelare 3D și calcul în Abaqus

Apoi s-a ajuns la problema ancorării armăturii grinzii în stâlp, ceea ce a impus dificultăți, întrucât s-a continuat ideea schimbând elementul structural, de la o grindă încastată la o grindă simplu rezemată. Lungimea structurii zăbrelete este de 2,18 m, cu secțiunea unei laturi de cub sub formă de pătrat de 2×2 cm, echivalentul a 0.02×0.02 m și acoperirea de beton este de 2,5 cm, echivalentul a 0.025 m, rezultând lungimea totală elementului structural de 2,23 m. Datorită formei regulate (cub cu toate laturile egale) orientarea acestui element este



independentă pe cele 3 direcții, ceea ce reduce riscul poziționării greșite a acestuia. Dat fiind faptul că programul de calcul AxisVM poate rezolva calculul doar la materiale compozite predefinite de program, a fost necesară trecerea la un alt program de calcul mai general, în cazul acestui program experimental fiind Abaqus. În primul rând s-au modelat axele centrale a laturilor armăturii din plastic, reprezentat în figura 8, și apoi s-a modelat înglobarea acestuia în beton, reprezentat în figura 9. Forma elementului din beton s-a împărțit în 6 tronsoane, primul și ultimul tronson fiind de 0.365 m și cele din interior fiind de 0.375 m, reprezentat în figura 9.

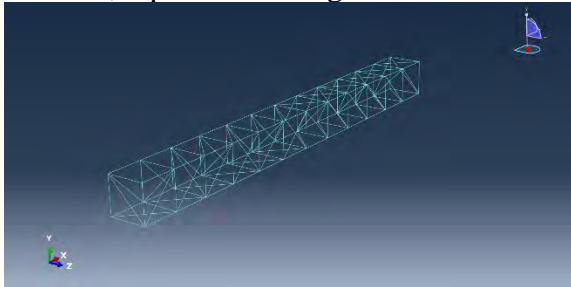


Figura 8: Reprezentare axonometrică axială a armăturii

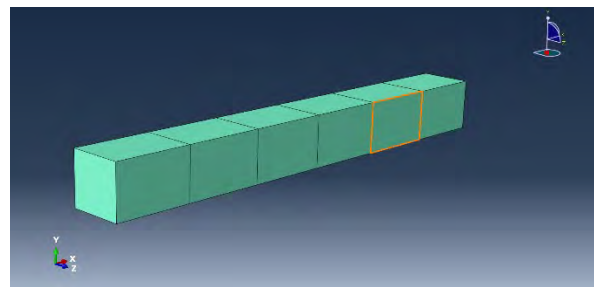


Figura 9: Reprezentare axonometrică a elementului din beton

Se definește tipul de secțiune a laturilor armăturii din plastic, acesta fiind un pătrat de latură 20 mm, echivalentul al 0.02 m; iar apoi aria secțiunii acestuia, aceasta fiind 400 mm², echivalentul a 0.0004 m². Aceste dimensiuni ale secțiunii laturilor se vor modifica ulterior. După ce am definit forma 3D a elementului, vom introduce datele și coeficienții la fiecare material folosit – figura 10 și figura 11. Pentru folosirea coeficienților, s-a căutat în mai multe surse, întrucât mai apoi s-a făcut o medie [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8], [9].

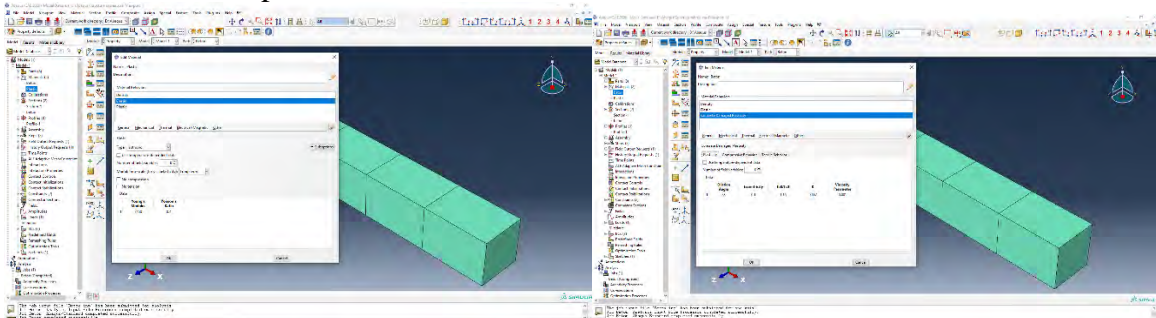


Figura 10: Definiere material – Beton

Figura 11: Definiere material – Plastic

La beton coeficienții folosiți sunt:

- $\rho_{Beton} = 2500 \text{ kg/m}^3$
- Young's Modulus= 31500
- Poisson's Ratio=0,2
- Dilatation Angle=38
- Eccentricity=0,1
- $fb_0/fc_0=1,16$
- $K=0,667$
- Viscosity Parameter=0,001

Tensile Behavior		
	Yield Stress	Cracking Strain
1.	2.5	0
2.	0.985807698	0.000848845

La plastic – PVC, coeficienții folosiți sunt

- $\rho_{PVC} = 1480 \text{ kg/m}^3$
- Young's Modulus=3150
- Poisson's Ratio=0,4
- Yield Stress= 50
- Plastic Strain=0

Presupunând că acest element poate fi un buiandrug, sub cele 4 tronsoane interioare poate fi un element de tâmplărie, iar rezemarea s-a făcut la limita interioară a tronsoanelor exterioare. S-a folosit două tipuri de reazeme: primul va fi un reazim cu 3 grade de libertate blocate din 6, acestea fiind translațiile pe Ox, Oy și Oz, și rotațiile fiind libere; iar cel de-al doilea va avea blocate 2 grade de libertate din 6, acestea fiind translațiile pe direcțiile scurte ale elementului – Oy și Oz, rotațiile fiind libere; reprezentate în figura 12. Încărcarea elementului va fi pe toată suprafața acestuia, reprezentată în figura 13.

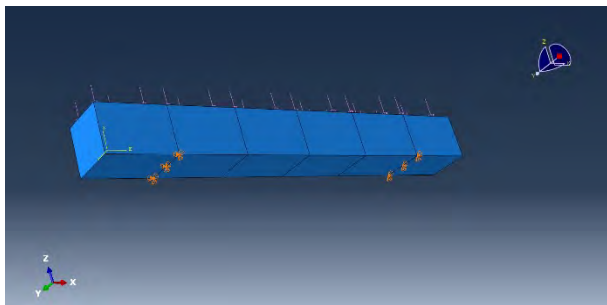


Figura 12: Definiere material – Beton

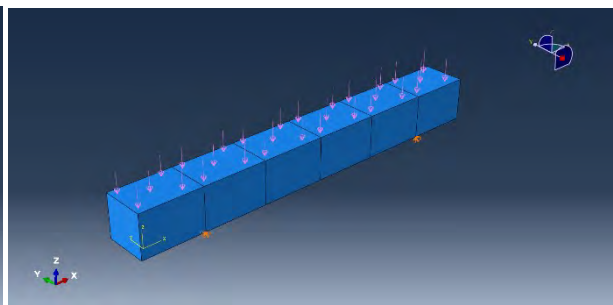


Figura 13: Reprezentare tipului de încărcare

Pentru modulul încărcării s-au folosit două ipoteze, prima fiind aceeași încărcare folosită în calculul în programul AxisVM, iar a doua încărcare reprezentând un perete de același tip de zidărie folosit în calculul precedent, modificându-se doar înălțimea acestuia (2).

$$P = \rho_{\text{zidărie}} \times l \times 3; P=13.5 \text{ kN/m}^2$$

(2)

unde P- Încărcare pe suprafață; $\rho_{\text{zidărie}}$ - Zidărie cărămidă plină $\rho=18 \text{ kN/m}^3$; l- lățimea grinzii = 0,25 m; $h_{\text{perete}}=3.00 \text{ m}$

Pentru folosirea coeficienților, s-a căutat în mai multe surse, întrucât mai apoi s-a făcut o medie. Vor fi mai multe multe ipoteze de încărcări.

1. Pentru secțiunea unei laturi a cubului de $2 \times 2 \text{ cm}$, cu încărcarea de $4,5 \text{ kN/m}^2$, deformările pe direcția acțiunii forței sunt: $e_{z \text{ min}}=1.176e^{-03} \text{ mm}$; $e_{z \text{ max}}=1.142e^{-02} \text{ mm}$; și eforturile secționale σ sunt: $\sigma_{\text{min}}=1.606e^{-05} \text{ kN/mm}^2$; $\sigma_{\text{max}}=1.676e^{-01} \text{ N/mm}^2$ – figura 14 și figura 15.

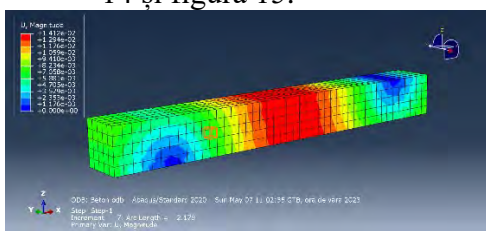


Figura 14: Deformata pe direcția acțiunii încărcării (e)

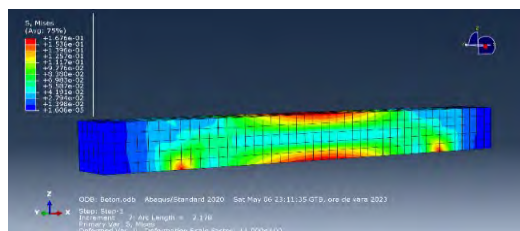


Figura 15: Efortul secțional minim și maxim (σ)

2. Pentru secțiunea unei laturi a cubului de $2 \times 2 \text{ cm}$, cu încărcarea de $13,5 \text{ kN/m}^2$, deformările pe direcția acțiunii forței sunt: $e_{z \text{ min}}=3.529e^{-03} \text{ mm}$; $e_{z \text{ max}}=4.235e^{-02} \text{ mm}$; și eforturile secționale σ sunt: $\sigma_{\text{min}}=4.815e^{-05} \text{ N/mm}^2$; $\sigma_{\text{max}}=5.027e^{-01} \text{ N/mm}^2$ – figura 16 și figura 17.

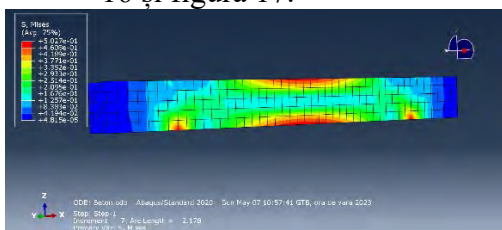


Figura 16: Deformata pe direcția acțiunii forței (e)

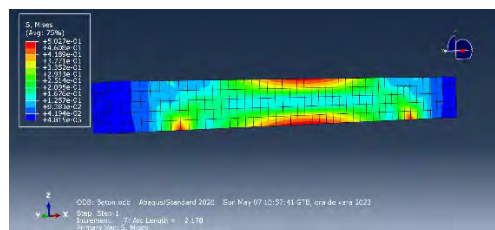


Figura 17: Efortul secțional minim și maxim (σ)



3. Pentru secțiunea unei laturi a cubului de 0.5×0.5 cm, cu încărcarea de $4,5 \text{ kN/m}^2$, deformările pe direcția acțiunii forței sunt: $e_{z \text{ min}} = 1.181e^{-03} \text{ mm}$; $e_{z \text{ max}} = 1.418e^{-02} \text{ mm}$; și eforturile secționale σ sunt: $\sigma_{\text{min}} = 3.107e^{-05} \text{ N/mm}^2$; $\sigma_{\text{max}} = 1.683e^{-01} \text{ N/mm}^2$.
4. Pentru secțiunea unei laturi a cubului de 0.5×0.5 cm, cu încărcarea de $13,5 \text{ kN/m}^2$, deformările pe direcția acțiunii forței sunt: $e_{z \text{ min}} = 3.544e^{-03} \text{ mm}$; $e_{z \text{ max}} = 4.253e^{-02} \text{ mm}$; și eforturile secționale σ sunt: $\sigma_{\text{min}} = 9.317e^{-05} \text{ N/mm}^2$; $\sigma_{\text{max}} = 5.048e^{-01} \text{ N/mm}^2$.

Dat fiind că rezultatele calcului sunt mici am decis să cresc considerabil încărcarea cu o valoare de cel puțin 90 de ori mai mare decât încărcarea pretelui de zidărie de 3 m din ipotezele trecute

5. Pentru secțiunea unei laturi a cubului de 2×2 cm, cu încărcarea de 1.2 N/mm^2 , echivalentul a 1200 kN/m^2 , presiune dată de o masă de 120 tone pe o suprafață de 1 m^2 , deformările pe direcția acțiunii forței sunt: $e_{z \text{ min}} = 1.128e^{+00} \text{ mm}$; $e_{z \text{ max}} = 1.474e^{+01} \text{ mm}$; și eforturile secționale σ sunt: $\sigma_{\text{min}} = 7.042e^{-04} \text{ N/mm}^2$; $\sigma_{\text{max}} = 4.360e^{+01} \text{ N/mm}^2$.
6. Pentru secțiunea unei laturi a cubului de 0.5×0.5 cm, cu încărcarea de 1.2 N/mm^2 , echivalentul a 1200 kN/m^2 , presiune dată de o masă de 120 tone pe o suprafață de 1 m^2 , deformările pe direcția acțiunii forței sunt: $e_{z \text{ min}} = 2.108e^{+00} \text{ mm}$; $e_{z \text{ max}} = 2.530e^{+01} \text{ mm}$; și eforturile secționale σ sunt: $\sigma_{\text{min}} = 2.732e^{-04} \text{ N/mm}^2$; $\sigma_{\text{max}} = 5.000e^{+01} \text{ N/mm}^2$.

Mai mult decât atât, pe lângă faptul că s-a încercat analiza elementului din punct de vedere static, folosind programele de calcul, s-a modelat la nivel practic, în miniatură, s-a realizat o probă de $16 \times 4 \times 4$ cm, echivalentul a $0.16 \times 0.04 \times 0.04$ m. Pentru a realiza forma 3D a armăturii din plastic, a fost necesară modelarea acesteia în SolidWorks și apoi printată 3D – figura 18 și figura 19. Apoi s-a înglobat în mortar M10 pe bază de ciment, rețeta fiind: 0.082 Kg ciment, 0.48 Kg nisip, 0.1 l apă – figura 20. Masa probei este 0.5114kg.

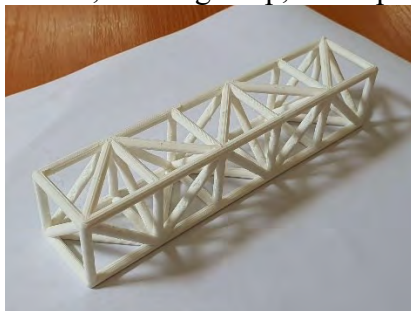


Figura 18: Reprezentare axonometrică



Figura 19: Reprezenatre axonometrică



Figura 20: Înglobarea în mortar

Proba a fost încercată la întindere prin încovoiere și compresiune la 14 zile. Epruveta a fost solicitată la încovoiere având schema statică: este un corp cu secțiunea pătrată simplu rezemat la capete și încărcat cu forță concentrată pe mijloc. Rezistența la încovoiere este de 17.55 N/mm^2 , echivalent a $11,621 \text{ kN/m}^2$, rezultat din formula (3)

$$\sigma = \frac{M}{W} \quad (3)$$

Unde; $M = 0.124 \text{ kN} \times \text{m}$ -momentul de încovoiere statică; $W = b \times h^2 / 6 = 1.067 \times e^{-5} \text{ m}^3$ - modul de rigiditate secțional; σ -efort secțional



Figura 21: Încercare la întindere prin încovoiere



Figura 22: Proba în urma încercării la încovoiere

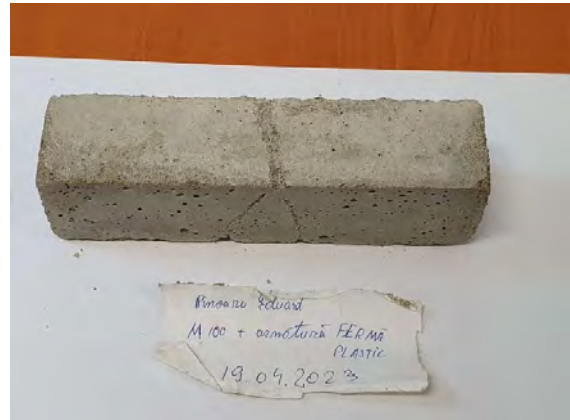


Figura 23: Proba în urma încercării la încovoiere

Ulterior, aceeași probă a fost testată la compresiune pe cele două capete nealterate de încercarea la încovoiere, reprezentate în figura 24, 25 și 26, media fiind de 11.79 N/mm^2 echivalentul a 11790 kN/m^2 .



Figura 24: Proba în urma încercării la compresiune



Figura 25: Rezultatul încercării la compresiune {1}



Figura 26: Rezultatul încercării la compresiune {2}

2. Concluzii

Prin urmare, cu încercarea la compresiune s-a confirmat marca mortarului ca fiind M10 datorită faptului că rezistența la compresiune este de 11.79 N/mm^2 rezultată din încercarea practică efectuată la jumătatea din termenul recomandat prin norme (28 de zile) de atingere a rezistenței materialul utilizat.

Elementul prefabricat compozit alcătuit din două componente principale: mortar M10 în care este înglobată o fermă spațială din plastic care înlocuiește armătura clasică din oțel utilizată în mod frecvent; dă posibilitatea de a reutiliza plasticul rezultat în urma activității omului în domeniul construcțiilor la elemente structurale secundare: buiandruși și grinzi prefabricate.

Bibliografia

1. Pleșa L.M. *Recycling plastic wastes in order to obtain new building materials*, (2022)
2. [Elongation at Break or Fracture Strain: Technical Properties of Plastics \(specialchem.com\)](#)
3. [plastic strain of pvc - Bing](#)
4. [ResearchGate](#)
5. [ExperimentalStudyoftheEffectofSemi-ApicalAngleonInitialPeakLoadandPlasticWorkforNonmetallicTubes.pdf](#)
6. [PVC Properties - Vinindex Pty Ltd](#)
7. [P.A.F. Martins, L. M. Alves: Understanding Invert Forming of Thin-Walled Polyvinyl Chloride Tubes Using a Die Based on a Mechanical Flow Formulation \(2016\)](#)
8. [Concrete Properties \(engineeringtoolbox.com\)](#)
9. [uniaxial tensile stress strain curve for pvc - Bing images](#)



REDUCEREA ÎNCĂRCĂRILOR PERMANENTE ALE ACOPERIȘULUI DE TIP TERASĂ VERDE

Autori

Diana-Gabriela N. ROTARIU¹, Sînziana V. BEȘLIU², Tudor-Ioan I. MIHĂILĂ³

¹Facultatea de Construcții și Instalații, Universitatea Tehnică "Gheorghe Asachi", diana-gabriela.rotariu@student.tuiasi.ro,

²Facultatea de Construcții și Instalații, Universitatea Tehnică "Gheorghe Asachi", sinziana.besliu@student.tuiasi.ro,

³Facultatea de Construcții și Instalații, Universitatea Tehnică "Gheorghe Asachi", tudor-ioan.mihaila@student.tuiasi.ro

Profesori îndrumători

Prof. univ. dr. ing. Dorina Nicolina ISOPESCU⁴

⁴Facultatea de Construcții și Instalații, Universitatea Tehnică "Gheorghe Asachi", dorina-nicolina.isopescu@academic.tuiasi.ro

Asist. dr. ing. Ioana-Roxana BACIU⁵

⁵Facultatea de Construcții și Instalații, Universitatea Tehnică "Gheorghe Asachi", ioana-roxana.baciu@academic.tuiasi.ro

REZUMAT: *Evoluția în domeniul ingineriei civile, cât și problemele legate de sustenabilitate duc la conturarea unor idei inovatoare, sustenabile și ecologice. Ținând cont de problemele legate de mediul înconjurător și de necesitatea soluționării acestora, în prezent, se pune accentul pe îmbinarea mai multor domenii pentru a oferi soluții moderne și viabile. Prezenta lucrare abordează două studii legate de acoperișul verde, și anume un studiu legat de reducerea încărcărilor date de structura de acoperiș verde prin analizarea a două soluții de acoperiș verde semi-intensiv o variantă clasică, și una în care o parte din substratul vegetal a fost înlocuită cu un strat de deșeuri textile și un studiu legat de variația temperaturii în straturile componente ale celor două machete realizate. Conform rezultatelor obținute, se poate afirma faptul că în ambele studii se pot remarca diferențe elocvente.*

Fiind considerate un adevărat succes la nivel global, clădirile verzi și soluțiile de înverzire, acoperișul verde și pereții verzi, pot ajuta la rezolvarea problemelor legate de consumul de energie, climă, de poluare, dar și cele legate de ambient și biodiversitate. Acoperișurile verzi pot deveni un mijloc eficient de îmbinare a domeniului construcțiilor și cel al textilelor, întrucât se urmărește o dezvoltare durabilă în acest plan.

Cuvinte cheie: clădire verde, terase verzi, deșeuri textile, reciclare, sustenabilitate.

1. Introducere

Clădirea verde, clădirea inteligentă sau clădirea de înaltă performanță sunt o serie de termeni care definesc structura gândită luându-se în considerare impactul asupra mediului pe parcursul întregului ciclu de viață, începând cu faza de proiectare, trecând prin construcție, utilizare, întreținere, renovare și, în cele din urmă, demolare [1,2]. Aceasta este realizată cu scopul de proteja sănătatea locuitorilor, de a utiliza eficient energia, apa și materialele și de a reduce impactul negativ asupra mediului, fiind un mijloc de a satisface nevoile generației prezente fără a le compromite pe cele ale viitorului" [2]. În literatura de specialitate, sunt prezentate soluții cu privire la eficientizarea energetică a clădirilor, cum ar fi casele pasive (prezintă un grad ridicat de izolare fonică și asigură o temperatură ambientală constantă), nZEB (consum de energie aproape zero), fațade verzi (para-solar pe perioada vegetativă) și acoperișuri verzi (reducerea CO₂ din mediu, reducerea consumului de energie pentru încălzire și răcire) [1,2].

În contextul actual, în care se manifestă o dezvoltare continuă, cu noi tendințe și soluții inovatoare create pentru rezolvarea problemelor de mediu, sistemele utilizate pentru ecologizarea structurii clădirii nu reprezintă doar suprafețe acoperite cu specii de arbori, arbuști



și de flori. Aceste sisteme de ecologizare a mediului urban și nu numai, sunt reprezentate de acoperișurile verzi și pereții verzi, care sunt frecvent utilizate atât pentru caracteristicile lor ecologice, cât și economice, sociale și nu în ultimul rând estetice în proiectarea clădirilor [3]. Aceste soluții reprezintă o parte a strategiei sustenabile de reabilitare urbană și de reamenajare a mediului urban.

1.1 Beneficiile utilizării unui acoperiș de tip terasă verde

Acoperișul verde este, în primul rând, un mod prin care natura poate fi readusă în zonele urbane prin amenajarea spațiului din partea superioară a clădirii, astfel încât spațiul verde eliminat pentru construirea unei clădiri, să se regăsească pe acoperișul acesteia [2]. Această structură, pe lângă capacitatea de a reflecta lumina, reduce efectele insulei de căldură urbană și temperatura aerului ambiental prin evaporare și umbră, îmbunătățind microclimatul zonelor înconjurătoare, deoarece vegetația ajută la răcirea aerului prin eliberarea apei prin plante în atmosferă [1-4]. Emisiile de carbon rezultate în urma fabricării materialelor de construcții, energia consumată de ventilația artificială în interiorul clădirii pot fi diminuate utilizând un astfel de acoperiș, iar vegetația prezentă reprezintă un avantaj, datorită îmbunătățirii calității aerului și totodată a climatului urban [1,2,3].

Studiile actuale scot în evidență necesitate continuă de reciclare a materialelor textile [5], iar în această lucrare se urmărește prezentarea unei noi utilizări a acestora, și anume reutilizarea în cadrul acoperișului verde, ca strat inferior stratului de pământ având numeroase beneficii. În studiile realizate, conceptul sustenabilității reunește două domenii care se dezvoltă continuu, și anume sectorul construcțiilor și sectorul textil.

Întrucât reutilizarea deșeurilor textile reprezintă o provocare în România, aceste materiale pot fi o soluție durabilă, devenind materie primă fără a suferi procese tehnologice sau chimice multiple. Conform OUG 92/2021, este încurajată reutilizarea fibrelor textile, mai ales dacă aceasta reprezintă posibilitatea unei dezvoltări durabile [6].

1.2 Clasificarea acoperișurilor verzi

Acoperișurile verzi se pot realiza în diverse forme, în funcție de cerințele individuale ale zonei și ale locuitorilor, astfel în literatura de specialitate, se regăsește cel mai des utilizată clasificarea acestei structuri în trei categorii principale, și anume: *extensiv*, *semi-intensiv* și *intensiv* [2]. *Acoperișurile verzi extensive* sunt alese pentru beneficiile ecologice, întreținerea redusă și datorită utilizării unei vegetații de mici dimensiuni din categoria speciilor de *Sedum*, specii care prezintă adaptabilitate ridicată în medii nefavorabile [1,2]. *Varianta semi-intensivă* este utilizată pentru a valorifica design-ul estetic, lucrându-se cu un mediu de cultură mai profund (substrat vegetal mai adânc și o soluție de drenaj), bogat în nutrienți [3]. Acest tip permite folosirea unei game mai largi de specii de plante cu înălțime variată (flori; arbuști mici și mijlocii). „*Grădina pe acoperiș*” sau *acoperișul intensiv* este o soluție care redă la înălțime ceea ce se regăsește la nivelul solului (parcuri/grădini cultivabile). Limitările de greutate ale clădirilor obligă la o diferențiere a acestora în funcția de adâncimea substratului: extensive (<15 cm), semi-intensive (>10 cm și <20 cm) și intensive (>20 cm) [2].

2. Descrierea studiilor realizate

Prezenta lucrare are la bază studii realizate pe două machete care prezintă stratificația unui acoperiș de tip terasă verde semi-intensiv, și anume: termoizolație, folie hidroizolatoare, drenaj, membrană anti-rădăcină, strat vegetal și vegetație, fiind analizată greutatea acestora, dar și variația temperaturii în straturile componente. Noutatea dată de aceste studii constă, în crearea unei noi soluții de mediu de creștere, utilizând fibrele textile (deșuri textile), ca parte integrată

din substratul vegetal. Astfel se găsește o nouă utilizare a acestora în domeniul acoperișurilor verzi, datorită texturii acestora, ce permite drenarea apei și totodată datorită greutății reduse, astfel putând fi diminuată greutatea totală a soluției de acoperiș verde.

Prima machetă analizată (Macheta 1) a fost concepută sub forma clasică (vezi Figura 1), iar cea de a doua (Macheta 2) a fost realizată pornind de la straturile clasice, diferența fiind dată de un strat de deșeuri textile, în partea inferioară a mediului de creștere, astfel grosimea finală a substratului vegetal să fie aceeași ca în cazul primei machete (vezi Figura 2).

Prima parte a studiilor a constatat în alegerea tipului de acoperiș verde studiat, stabilirea straturilor componente și a rolului acestora, cât și stabilirea soluției noi de substrat vegetal.

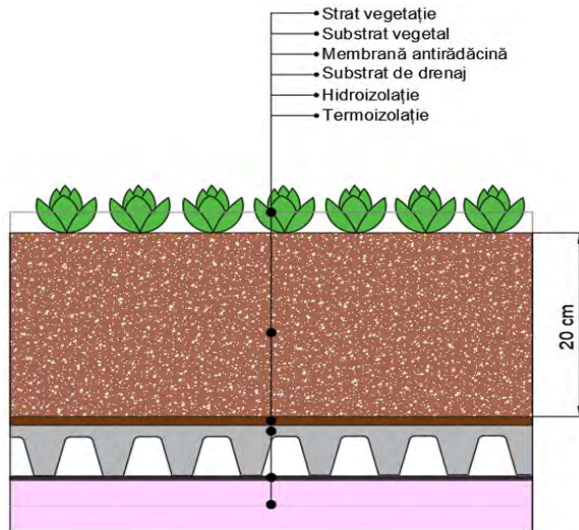


Figura 1. Secțiunea transversală a acoperișului de tip terasă verde - stratificație clasică.

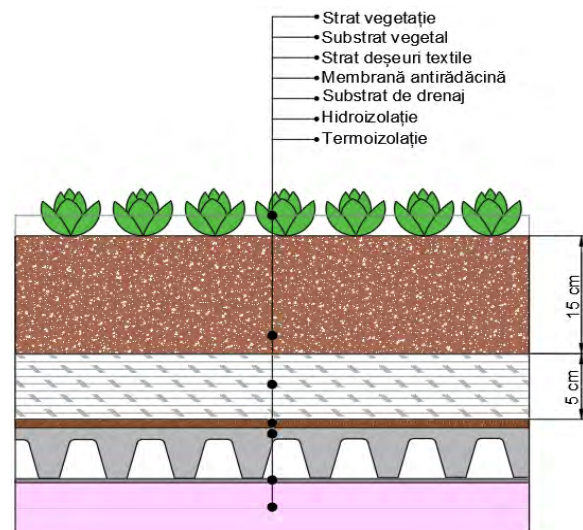


Figura 2. Secțiunea transversală a acoperișului de tip terasă verde - stratificație propusă.

Straturile utilizate în studiul de caz prezintă un rol bine definit pentru reușita implementării acoperișului verde [4], și anume:

1. *Strat de termoizolație* – reduce transferul termic și previne condensarea vaporilor;
2. *Strat de hidroizolație* – împiedică infiltrarea apei, protejând termoizolația;
3. *Strat de drenaj* – stabilește echilibrul între aer și apă, ajută la îndepărtarea excesului de apă din substrat, protejează membrana impermeabilă și crește proprietățile termice;
4. *Membrană anti-rădăcină* – protejează structura acoperișului de rădăcinile plantelor ce ar putea pătrunde în straturile inferioare;
5. *Strat deșeu textil (noutatea studiului)* – contribuie la drenajul apei și reduce greutatea;
6. *Substrat vegetal (pământ și perlit)* – asigură un mediu favorabil de dezvoltare al plantelor;
7. *Strat vegetație* – specii de *Sedum*, plante care au abilitatea de a se adapta la condiții climatice extreme, variabile, necesită o cantitate de apă redusă și ajută la reducerea efectul insulei de căldură.

În cea de a doua parte a studiilor, au fost realizate cele două machete, ținându-se cont de straturile componente și de grosimile specifice. Astfel în figurile 3 și 4 sunt prezentate etapele de realizare a celor două machete analizate.

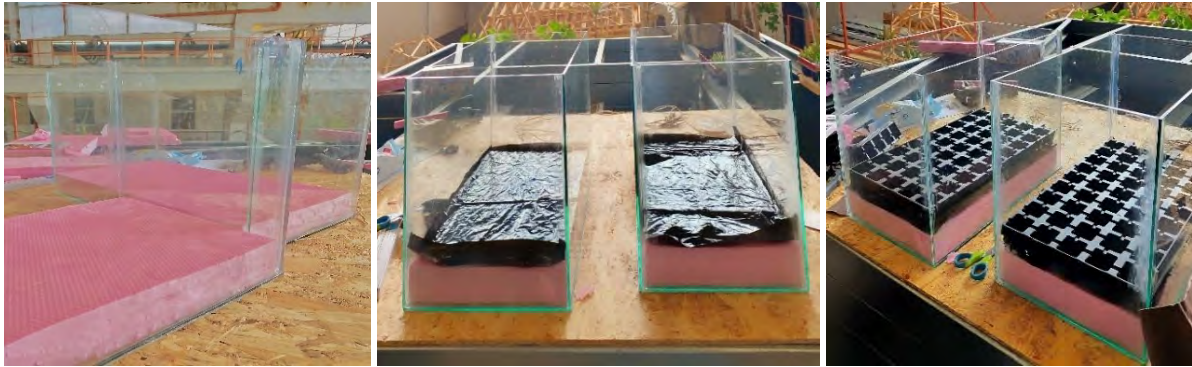


Figura 3. Aplicarea stratului de termoizolație, a foliei de control umiditate și a stratului de acumulare al apei.



Figura 4. Aplicarea stratului anti-rădăcină, a substratului vegetal și a plantelor de *Sedum*.

2.1 Studiu privind reducerea încărcărilor permanente

Solicitările elementelor de construcție apar ca efect al diferitelor acțiuni. Încărcările permanente provin dintr-o acțiune care se exercită asupra construcției pe toată durata de viață a acesteia, datorată greutateii proprii a elementelor și a subsistemelor de construcții. La nivelul acoperișului încărcările permanente sunt date de învelitoare și straturile planșeului, iar luând în considerare structura unui acoperiș verde se adaugă greutatea exercitată de straturile componente (greutatea solului, cantitatea de apă necesară pentru irigare, cantitatea de apă pluvială și greutatea plantelor folosite).

Este de o reală importanță alegerea tipului de acoperiș verde, ținând cont de structura de rezistență a construcției, în cazul unei clădiri noi, va fi luat în considerare începând cu proiectarea acesteia, în cazul unei clădiri vechi, se vor realiza studii pentru a stabili dacă aceasta rezistă sau sunt necesare intervenții.

Prin urmare, primul studiu a constatat în analiza unei soluții optime pentru reducerea încărcărilor permanente, fiind adoptată o variantă nouă de substrat de creștere, pentru scăderea greutateii acoperișului, utilizând deșeuri textile. Astfel, grosimea substratului vegetal (pământ și perlit), în cazul machetei 1 – acoperișul verde clasic, a fost de 20 cm, iar pentru cea de a doua machetă, grosimea substratului vegetal a fost aceeași, fiind alcătuit din pământ și perlit – 15 cm și strat de deșeuri textile – 5 cm.

Tabel 1- Greutatea calculată experimental a celor două machete analizate.

Tip acoperiș	Greutate [kg]	
	Macheta 1	11,25
Macheta 2	9,8	11,75
Greutate redusă [%]	12,88	8,92

Cele două machete au fost cântărite în stare uscată, dar și în stare umedă, observându-se o diferență semnificativă, așa cum este prezentat în Tabel 1. Raportându-ne la un nivel mai extins, diferența dintre un acoperiș tip terasă verde în stare uscată în forma clasică și cel în care s-a utilizat deșeu textil, va fi pe 100 m² de aproximativ 1145 kg, iar cea între acoperișurilor în stare umedă de 890 kg.

2.2 Studiu privind variația de temperatură în straturilor componente

Cel de al doilea studiu a avut ca scop principal analizarea modului în care variază temperatura în straturile componente ale celor două soluții de acoperiș verde. Astfel măsurătorile au fost realizate timp de 24 de ore, pentru fiecare macheta, fiind folosiți trei senzori poziționați la diferite adâncimi.

Senzorii utilizați sunt sondele de imersie TC tip K (Testo) rezistente la apă (Figura 5), care au un timp scurt de măsurare (2 secunde) și un domeniu larg de măsurare (de la -60 °C până la 1000 °C). Aceste sonde sunt echipate cu o tijă flexibilă, lucru care sporește gradul de utilizare a acestora.



Figura 5. Senzorii utilizați - sondele de imersie TC tip K (testo).






Figura 6. Placa de achiziție date temperatură (Testo 176 T4).

Datele emise de senzori au fost stocate cu ajutorul plăcii de achiziție date temperatură (Testo 176 T4), ce poate fi observată în figura 6. Acest aparat de înregistrare date privind temperatură poate stoca un număr mare de valori, lucru care ajută la analiza variației de temperatură pe straturile considerate pe o perioadă prestabilă de timp.

Instrumentarea celor două machete a fost realizată conform Tabelului 2 și este prezentată detaliat în figurilor 7 și 8, pentru fiecare macheta în parte.

Tabel 2. Poziționarea senzorilor în stratificația machetelor.

Senzor	Macheta 1 - forma clasică	Macheta 2 - forma propusă
1 	Strat vegetație	Strat vegetație
2 	Substrat vegetal	Strat deșeu textil
3 	Membrana anti-rădăcină	Membrana anti-rădăcină

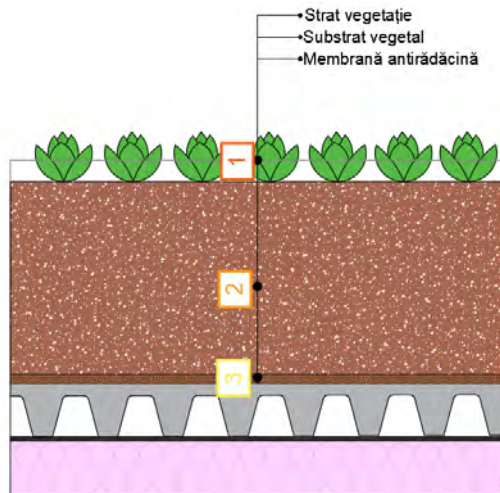


Figura 7. Poziționarea senzorilor pentru macheta 1 – acoperiș verde semi-intensiv, varianta clasică.

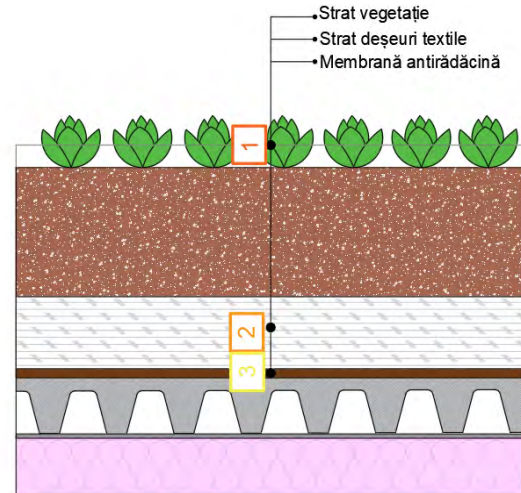


Figura 8. Poziționarea senzorilor pentru macheta 2 - acoperiș verde semi-intensiv, varianta propusă.

2.3. Rezultatele obținute pentru studiul privind variația temperaturii

În literatura de specialitate, printre beneficiile acoperișului verde, se menționează frecvent faptul că aceste sisteme au un efect pozitiv asupra mediului înconjurător și joacă un rol important în menținerea temperaturii constante în interiorul clădirii.

În ceea ce privește, variația temperaturii la nivelul straturilor soluției semi-intensivă de acoperiș verde, în cazul ambelor variante studiate, s-a constatat faptul că la nivelul membranei anti-rădăcină (Senzor 3) au fost înregistrate valori mai mari față de valorile înregistrate la nivelul vegetației (Senzor 1), aspect susținut de graficele prezentate în Figurile 9 și 10.

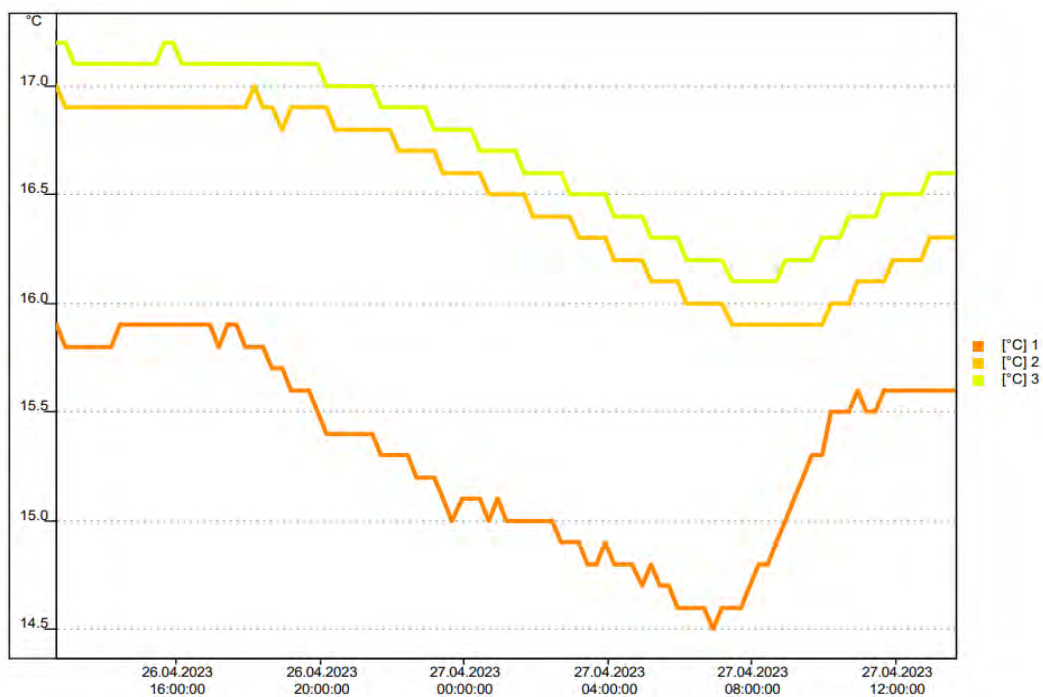


Figura 9. Graficul de variație a temperaturii pentru acoperișul de tip terasă verde - varianta clasică (Macheta 1).

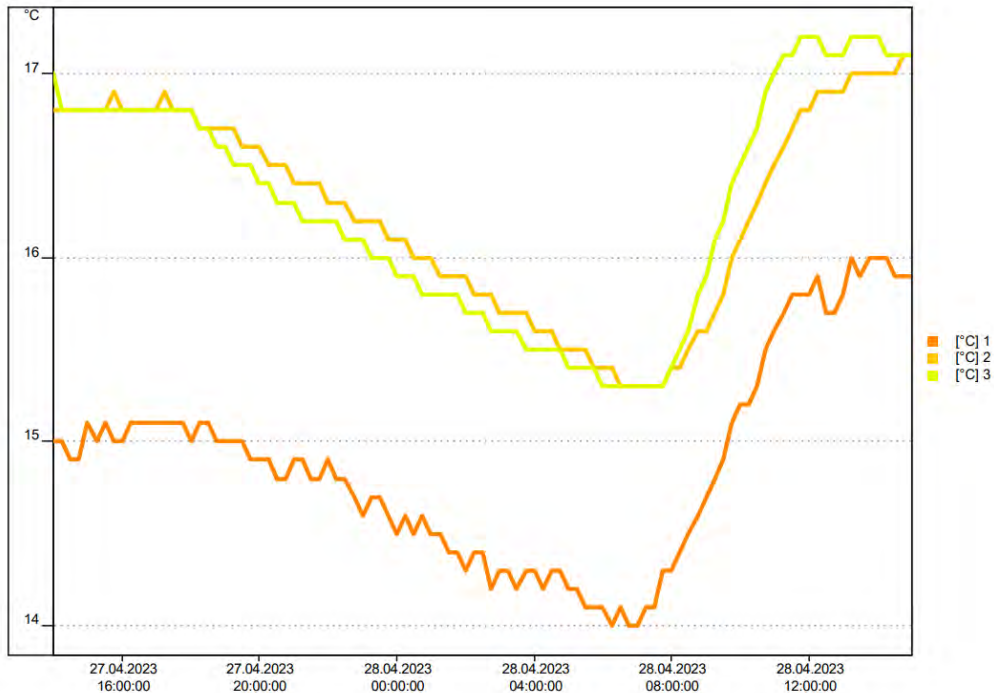


Figura 10. Graficul de variație a temperaturii pentru acoperișul de tip terasă verde -variante propusă (Macheta 2).

În ceea ce privește stratul nou introdus, cel de deșeuri textile, se poate observa faptul că temperaturi înregistrate în cazul celei de a doua machete, pentru senzorul 2, sunt mai mari decât în cazul variantei clasice (vezi Tabel 3). Acest lucru reprezintă un aspect favorabil în utilizarea acestui strat pe viitor și aprofundarea studiilor legate de posibilitatea introducerii acestei variante de mediu de creștere în componența acoperișului verde.

Tabel 3- Diferența de temperatură a straturilor celor două machete studiate.

Senzor	Temperatura minimă [°C]		Temperatura maximă [°C]		Temperatura medie [°C]	
	Macheta 1	Macheta 2	Macheta 1	Macheta 2	Macheta 1	Macheta 2
1	14,5	14,0	15,9	16,0	15,3	14,9
2	15,9	15,3	17,0	17,1	16,5	16,3
3	16,1	15,3	17,2	17,2	16,7	16,3

În urma studiul realizat pentru cele două soluții de acoperiș verde semi-intensiv, privind modul în care variază temperatura în straturile componente, se poate afirma că rezultatele susțin faptul că soluția de acoperiș verde prezintă un impact asupra clădirii suport în ceea ce privește temperatura, iar soluția nou analizată prezintă rezultate mai favorabile față de cea clasică.

3. Concluzii

Clădirile verzi și soluțiile de înverzire, acoperiș verde și pereți verzi aduc o serie de beneficii pentru societate și mediul înconjurător, în programele de combatere a poluării și fapt parte dintre conceptelor de sustenabilitate și dezvoltare durabilă. În funcție de tipul de acoperiș verde (intensiv, semi-intensiv, extensiv) sunt asociate caracteristici diferite legate de tipul de plante, influența acestuia asupra mediului sau încărcarea pe care o impune clădirii.

Prin machetele realizate s-a realizat o comparație între un acoperiș verde semi-intensiv clasic (termoizolație, folie hidroizolatoare, drenaj, barieră anti-rădăcină, strat vegetal și vegetație) și un acoperiș verde semi-intensiv eficient, care propune înlocuirea unei părți din mediul de creștere cu deșeuri textile, astfel reducând greutatea acestuia și ajutând la drenarea apei pluviale.



În urma analizelor realizate, s-a constatat faptul că greutatea unui acoperiș verde cu deșeuri textile este remarcabil redusă, cu un procent de 12.88% în stare uscată și un procent de 8.92% în stare umedă și s-a dovedit a fi un bun izolator termic, datorită valorilor temperaturilor obținute în cazul senzorilor aflați la nivelul membranei anti-rădăcină. Unul dintre avantajele acestui tip de acoperiș este dat de tipul de plante utilizat, și anume specii de *Sedum*. Aceste plante ajung la performanța de a rezista variațiilor de temperatură, chiar și la valori extreme. De asemenea, lipsa precipitațiilor nu reprezintă un impediment.

Relația om-natură poate fi îmbunătățită prin utilizarea acoperișurilor verzi, pentru că terasele de acest gen pot deveni spații de recreere, un mijloc de evadare chiar în centrul urban.

BIBLIOGRAFIE

- [1] Richard K. S. (eds.), *Green Roof Ecosystems*, Springer International Publishing, Ecological Studies 223 (2015).
- [2] Kubba S., *Handbook of Green Building Design, and Construction LEED, BREEAM, and Green Globes*, Ph.D., LEED AP, Butterworth-Heinemann, (2017).
- [3] Green Roofers, *Types of green roofs*, <https://www.greenroofers.co.uk/green-roofs/types-of-green-roof/> (20 martie 2023)
- [4] Baciuc I. R., Lupu M. L., Maxineasa S. G., *Principles of green roofs design*, Buletinul Institutului Politehnic din Iași, Volumul 65 (69), Numărul 3, (2019).
- [5] Ailenei E.C., *Valorificarea deșeurilor textile cu compoziție fibroasă complexă prin procedee ecologice în materiale composite utilizate în construcții*, Teză de doctorat, Universitatea „Gheorghe Asachi” Iași, România, (2022).
- [6] Ordonanța de Urgență nr. 92/2021 privind regimul deșeurilor (OUG 92/2021).



ACOPERIȘURI VERZI – GRĂDINI URBANE ÎN MEDIUL CONSTRUIT

Autori

Raul Alexandru SCHEK¹, Mario Alessandro M. ULICI²,
Gabriel Valentin S. POP³, Apor A. PORTIK⁴

¹Facultatea de Construcții, Cadastru și Arhitectură, Universitatea din Oradea, [e-mail:raulschek@gmail.com](mailto:raulschek@gmail.com) .

²Facultatea de Construcții, Cadastru și Arhitectură, Universitatea din Oradea, [e-mail:ulicimario23@gmail.com](mailto:ulicimario23@gmail.com) .

³Facultatea de Construcții, Cadastru și Arhitectură, Universitatea din Oradea, [e-mail:popg4p@yahoo.com](mailto:popg4p@yahoo.com) .

⁴Facultatea de Construcții, Cadastru și Arhitectură, Universitatea din Oradea, [e-mail: portikapor@gmail.com](mailto:portikapor@gmail.com) .

Îndrumător/îndrumători

Ș.l.dr.ing. Anca-Maria G. DURGHEU⁵

⁵Facultatea de Construcții, Cadastru și Arhitectură, Universitatea din Oradea, [e-mail:adurghi@yahoo.com](mailto:adurghi@yahoo.com)

REZUMAT: În articol autorii analizează unul din elementele importante ale infrastructurii verzi urbane și anume acoperișurile verzi. Conceperea și realizarea acoperișurilor verzi este un proces multidisciplinar care necesită concursul specialiștilor precum: arhitecți, peisagiști, ingineri structuristi, ingineri instalatori etc. Succesul implementării unui acoperiș verde se bazează pe implicarea comunității locale în administrarea spațiului verde ca o grădină urbană, astfel încât acesta să devină un nucleu al vieții cotidiene și un liant între oameni. Se studiază diverse sisteme de acoperiș verde în sistem semi-intensiv, de tip terasă, care pot fi utilizate pentru realizarea unei grădini comunitare. Soluțiile inserate în articol reprezintă o sinteză a sistemelor de acoperiș verde de tip terasă existente în literatura de specialitate, atât din punct de vedere al nevoilor vegetației cât și din punct de vedere al încărcărilor și impactului asupra construcției.

Cuvinte cheie: acoperiș verde, grădină urbană, substrat vegetal, design ecologic.

1. Introducere

În contextul schimbărilor climatice și a provocărilor date de accentuarea problemelor de mediu, infrastructura urbană verde-albastră este un instrument valoros care poate asigura dezvoltarea durabilă a orașelor. Termenul de „infrastructură verde-albastră” semnifică un ecosistem urban și a fost conceput la nivelul Uniunii Europene. Acesta se referă la practici care folosesc natura pentru a crea spații urbane sustenabile. Infrastructura verde se referă la valorificarea elementelor de vegetație din spațiile urbane, cum sunt: parcuri urbane, grădini comunitare, acoperișuri verzi etc. Partea de infrastructură albastră este complementară vegetației prin elementului „apă” pe care îl include și propune valorificarea naturii din perspectivă estetică dar și ecologică, astfel încât ecosistemul urban creat artificial să fie unul funcțional [1].

Lucrarea științifică „ACOPERIȘURI VERZI – GRĂDINI URBANE ÎN MEDIUL CONSTRUIT” își propune să sintetizeze diverse soluții de acoperișuri verzi, în vederea reintegrării elementelor naturale în mediul construit. Interesul crescând din ultimii ani pentru materialele de construcție naturale au determinat proiectanții și constructorii să propună soluții estetice și funcționale pentru a răspunde nevoilor actuale ale societății. Datorită designului ecologic, acoperișurile verzi devin o alternativă preferată de comunitățile urbane

[2]. Designul ecologic al construcțiilor se referă la o serie de principii care stau la baza proiectării și execuției, cum sunt [3]:

- Majorarea duratei de viață a elementelor structurale;
- Optimizarea consumului de materiale în vederea protejării resurselor disponibile;
- Utilizarea materialelor biodegradabile pentru utilizarea resurselor naturale;
- Reutilizarea, reciclarea și remanufacturarea pentru a reduce deșeurile generate de post-utilizarea clădirilor;

Acoperișurile verzi dau un nou sens rolului clădirilor în planificarea urbană, dincolo de semnificația lor arhitecturală contemporană de protecție, confort și izolare termică. Ca element cheie al infrastructurii urbane verzi, acoperișurile verzi sunt concepute pentru a reintegra elementele naturale în mediul urban, pentru a oferi o soluție eficientă în combaterea efectului de „insulă de căldură urbană” al orașelor și de management al apelor pluviale [4].

În viziunea unei dezvoltări durabile urbane, din perspectiva duratei de viață al construcției, reducerea impactului asupra mediului al clădirilor se datorează în principal diminuării consumului de energie în timpul exploatarei și al utilizării materialelor regenerabile și durabile.

2. Acoperișul verde

2.1. Alcătuirea și clasificarea acoperișurilor verzi

Noțiunea de acoperiș verde semnifică un pachet de straturi care alcătuiesc acoperișul clădirii, din care ultimul este întotdeauna un strat vegetal. În funcție de rolul pentru care acoperișul verde este proiectat să îl îndeplinească, componența straturilor poate să difere: strat suport, strat de difuziune a vaporilor, barieră de vapori, termoizolație, hidroizolație, membrană antirădăcini, sistem drenant, strat filtrant, substrat vegetal, vegetație. Un astfel de exemplu se observă în figura 1 (dreapta), iar în figura 1 (stânga) se observă un detaliu de realizarea a căminului de colectare a apelor.



Figura 1. Stratificația unui acoperiș verde (stânga). Cămin de colectare a apelor drenate (dreapta). [4]

În funcție de tipul vegetației și speciile de plante alese pentru acoperire, figura 2, acoperișurile verzi se clasifică în [6]:

- *Acoperiș verde de tip extensiv* – necesită o mentenanță minimă, costuri de realizare mai reduse, o grosime mică a substratului vegetal între 6÷20 cm și utilizarea plantelor cu rădăcini superficiale rezistente la secetă cum sunt: ierburi scurte, plante târâtoare, plante suculente, mușchi, licheni; greutate 60÷150 kg/m²;



- *Acoperiș verde de tip semi-intensiv* – necesită o mentenanță periodică, costuri de realizare medii, o grosime medie a substratului vegetal între 12÷25 cm, sisteme de irigare și utilizarea plantelor de talie mică cum sunt: ierburi, plante perene, plante cu bulbi sau rizomi, tufe și arbuști mici; greutate 120÷200 kg/m²;
- *Acoperișul verde de tip intensiv* – necesită o mentenanță regulată, costuri de execuție mari, necesită o grosime mare a substratului vegetal între 15÷100 cm, sisteme de irigare și utilizarea plantelor de talie medie, precum arbuști și arbori mici; greutate 180÷500 kg/m²;



Figura 2. Acoperișuri verzi: extensive, semi-intensiv și intensiv [7].

O altă categorie a acoperișurilor ecologice sunt acoperișurile verzi speciale, care pe lângă componenta de infrastructură verde urbană au și elemente de infrastructură albastră urbană – elementul apă. În această categorie se includ iazuri, fântâni, piscine, bazine de acvacultură, bazine de hidrocultură etc. – care completează ecosistemul urban în beneficiul biodiversității, conform figurii 3.



Figura 3. Iaz cu apă amenajat pe un acoperiș verde [5].

Din punct de vedere al impactului asupra structurii de rezistență, greutatea substratului vegetal depinde de grosimea și compoziția acestuia, care poate varia între 60÷500 kg/m² [6]. Grosimea substratului vegetal este dată de adâncimea sistemului radicular al plantelor sau arbuștilor, în timp ce compoziția substratului este dată de nevoile de hrană și de drenaj ale plantei. Tipul sistemului de drenare este ales pentru a avea capacitatea portantă necesară pentru a prelua greutatea substratului vegetal, a vegetației și a încărcărilor utile date de circulația oamenilor.

Acoperișurile verzi pot fi concepute atât pentru suprafețe orizontale, cât și pentru acoperișuri în pantă. În cazul acoperișurilor înclinate, este necesară realizarea unei rețele pentru susținerea substratului vegetal și protejarea acestuia împotriva eroziunii. Rețeaua suport poate fi realizată din lemn (figura 4), respectiv mase plastice de tip georaster, geogrile, saltele antierozionale etc. (figura 5), care trebuie să fie bine ancorată de stratul suport. În timp, după creșterea și dezvoltarea vegetației substratul va fi bine legat de rădăcinile plantelor și riscul de desprindere a acestuia va fi eliminat.



Figura 4. Rețea din lemn pentru fixarea substratului vegetal pentru acoperișuri verzi înclinate [5].



Figura 5. Rețea de tip ecoraster pentru acoperișuri verzi înclinate [5].

2.2. Beneficiile acoperișurilor verzi

Reducerea efectului de insulă urbană. În timpul sezonului cald temperatura suprafețelor înierbate este cu până la 30 grade mai scăzută decât în cazul acoperișurilor tradiționale. [8].

Purificarea apei de ploaie. Apele pluviale din zonele urbane sunt puternic poluate din cauza substanțelor poluante și a noxelor. Substratul acoperișurilor verzi pot asigura o filtrare primară a apelor pluviale, respectiv pot fi concepute sisteme speciale de filtrare a apei pluviale.

Managementul apelor pluviale. Acoperișurile ecologice intensive pot prelua până la 65.7 % din apa de ploaie [8]. Procesul de filtrare și de absorbție al apei prin intermediul substraturilor și al vegetației, reduce debitul apelor pluviale colectate și impactul asupra sistemului de canalizare.

Managementul resurselor de apă. În cazul acoperișurilor verzi de tip semi-intensiv și intensiv, pentru reducerea consumului de apă necesară pentru irigații, apa pluvială poate fi colectată pe toată durata sezonului umed pentru a fi folosită în sezonul cald, după necesități.



Apa poate fi stocată în rezervoare special concepute la nivelul acoperișului sau în foraje de tip fântâni la nivelul solului, de unde va putea fi pompată ulterior.

Eficiență energetică. Acoperișurile ecologice pot oferi o reducere medie de 66% a consumului de energetic al clădirii [8].

Reducerea emisiilor de CO₂. Într-o zi însorită un acoperiș verde înierbat poate reduce cantitatea de CO₂ cu până la 2%. [8].

Reducerea zgomotului. Acoperișurile ecologice asigură o izolare fonică a clădirii prin intermediul substraturilor vegetale și a straturilor componente. Prezența vegetației are un efect pozitiv de disipare a undelor zgomotului aerian, reducând nivelului de poluare fonică din interiorul orașelor.

Creșterea duratei de viață a acoperișului. Acoperișul verde are rol de protecție și asigură durabilitatea straturilor inferioare, în special cele de hidroizolare și de termoizolare. În timp materialele se degradează sub acțiunea razelor UV, însă protejarea acestora prelungește durata de viață a acoperișului cu până la 60 de ani.

2.3. Acoperișul terasă – grădină urbană

Instalarea grădinilor urbane pe acoperiș folosite ca microferme de producție în agricultura urbană este un beneficiu pentru mediul natural, social și economic. Cele mai potrivite tipuri de acoperișuri care pot susține o grădină urbană sunt cele de tip terasă orizontală sau cu pantă redusă, la care accesul pe acoperiș poate fi asigurat în condiții de siguranță. Grădinile urbane permit păstrarea practicilor tradiționale și culturale de grădinărit, respectiv păstrarea și perpetuarea soiurilor locale tradiționale de plante [6]. Totodată, acestea pot fi folosite în scop didactic pentru educarea comunității despre practicile de grădinărit organic și promovarea unei diete alimentare bio, sănătoase și variate. În jurul grădinilor urbane se creează automat ecosisteme urbane care atrag și susțin păsările și insectele. Flora grădinilor urbane poate fi astfel aleasă încât să atragă insectele polenizatoare și să asigure condițiile optime chiar și pentru creșterea albinelor în mediile urbane.

Microfermele agricole urbane permit formarea unui sistem alimentar urban în care recoltarea și distribuția produselor proaspete către consumator se realizează într-un timp foarte scurt, având avantaje asupra calității nutrienților din alimentele vegetale. Reducerea distanțelor de distribuție și a timpilor necesari pentru păstrarea alimentelor, conduce la diminuarea consumului energetic implicat în fluxul de distribuție al produselor, reducând poluarea și costurile finale. Avantajele economice ale agriculturii urbane pot fi resimțite de comunitate prin faptul că poate crea noi locuri de muncă, iar prin aspectul estetic crește valoarea imobiliară a clădirilor.

Grădinile urbane sunt de regulă un nucleu în cadrul comunității locale, fiind un loc de relaxare și socializare. Suplimentar, fermele agricole urbane dezvoltate pe acoperișurile verzi sunt un liant socio-economic prin faptul că asigură relația directă dintre producătorul local și consumator. Cumpărătorul poate să vadă cum se cresc legumele și verdețurile sau chiar să să-și le recolteze singur. Practicile sustenabile de agricultură urbană asigură producția alimentelor pe plan local, astfel încât comunitatea poate avea alimente de calitate superioară și o siguranță alimentară.



Implementarea practicilor de grădinărit organic în stilul permaculturii va reduce poluarea apelor generată de folosirea pesticidelor și a îngrășămintelor chimice pe terenurile agricole și va asigura biodiversitatea în cadrul ecosistemului urban. Dorința comunității de a avea legume și fructe proaspete, fără pesticide, face din grădinile urbane o realitate în tot mai multe țări. Restaurantele de prestigiu susțin producătorii locali sau chiar își înființează propriile grădini de legume, pentru a putea oferi clienților produse de calitate superioară.

3. Caracteristicile substratului vegetal pentru acoperișul verde

Instalarea unui sistem de acoperiș verde pe o clădire existentă va avea o influență directă asupra capacității portante a elementelor de construcție, prin suprasarcinile pe care le transmite structurii de rezistență și ulterior terenului de fundare. S-au analizat diverse compoziții ale substratului vegetal recomandate pentru acoperișurile verzi, atât din punct de vedere al greutății permanente cât și al capacității acestora de a asigura condiții optime de creștere a vegetației. Greutatea permanentă a sistemului este dată de grosimea substratului vegetal și al stratului drenant. În acest sens, s-au propus diverse materiale pentru a încerca reducerea sarcinii totale a sistemului de acoperiș verde.

Pentru ca un acoperiș verde să poată fi amenajat sub forma unei grădini urbane, acesta trebuie să fie realizat în sistem semi-intensiv sau intensiv și să fie prevăzut cu sisteme de irigare. Grosimea substratului vegetal trebuie să asigure condiții optime de creștere a plantelor și să le asigure necesarul de nutrienți. Substratul vegetal, fiind mediul de creștere al rădăcinii plantelor, trebuie să aibă trei caracteristici principale: greutate redusă, capacitate de absorbție și capacitate de drenare a apei. Capacitate de absorbție și de retenție a apei este dată de cantitatea ridicată de fibre naturale cum sunt: turba, compost, lemn tocat, paie, fân, lână etc. Capacitatea de drenare este asigurată prin încorporarea de agregate precum nisip, pietriș, perlit, vermiculită, zgură expandată etc. [9]

Un amestec ideal pentru substratul vegetal al unui acoperiș verde, având o greutate mai scăzută, este alcătuit din: $\frac{1}{3}$ turbă, $\frac{1}{3}$ perlit și $\frac{1}{3}$ pământ cu nutrienți. În stare saturată amestecul de perlit și turbă cântărește 640 kg/m^3 , în timp ce pământul natural în stare saturată cântărește între $1600\div 2000 \text{ kg/m}^3$ [10]. În amestecul propus se propune utilizarea compostului vegetal în loc de pământ, deoarece compostul are un conținut ridicat de nutrienți și o greutate de sub 640 kg/m^3 [11] comparativ cu greutatea turbei, în timp ce greutatea pământului este de peste 1700 kg/m^3 . În cazul culturilor bio, fertilizarea plantelor se poate realiza prin aplicarea de materii organice cum este vermicompostul $0,1\div 0,3 \text{ kg/m}^2$ sau folosind substanțe organice dizolvate în apa de irigare. Necesarul de apă al plantelor diferă în funcție de specia acestora. Pentru reducerea consumului de apă și a eficientiza absorbția apei de către plante, se recomandă utilizarea unui sistem de irigare prin picurare. S-a luat în calcul greutatea substratului vegetal saturat cu apă. Pentru o grosime de 25 cm a substratului vegetal alcătuit din turbă+perlit+compost greutatea este de 320 kg/m^2 .

O altă soluție pentru reducerea greutății sistemului de acoperiș verde este de schimbare a mediului de creștere al plantelor prin utilizarea baloților de paie sau de fân ca substrat vegetal. Joel Karsten este unul dintre promotorii acestei tehnici de grădinărit care elimină complet stratul de pământ necesar pentru creșterea plantelor sau alte îngrășăminte chimice. Tehnica se bazează pe descompunerea naturală a paielor sub acțiunea microorganismelor în compost,



ceea ce face ca nutrienții să fie biodisponibili pentru plante. Exteriorul balotului de paie formează o crustă izolatoare, în timp ce paiele din interior se transformă compost, devenind un substrat fertil pentru creșterea plantelor [12].

Înainte de plantare, baloții de paie sunt supuși unui proces de condiționare care durează 10÷20 de zile, proces care se realizează în situ. Maturarea baloților de paie constă în îmbibarea regulată a paielor cu apă și accelerarea procesului de descompunere printr-un adaos de îngrășământ natural cu un conținut ridicat de azot cum ar fi peleți din gunoiul de pui. Procesul de descompunere al materiei organice este unul care degajează căldură, putând atinge chiar și 60 de grade Celsius în interiorul grămezii. Astfel că după câteva zile se poate verifica dacă interiorul balotului este cald, independent față de temperatura ambiantă. Pentru a încuraja dezvoltarea microorganismelor benefice pentru creșterea plantelor, pe suprafața baloților de paie se aplică un strat subțire de compost. Acesta are rol de inoculare a materiei organice cu colonii de organisme care formează o simbioză cu plantele care vor crește în acest substrat. După o perioadă de aproximativ 20 de zile, substratul este pregătit pentru a putea primi plantele, fiind ideal pentru plantarea răsadurilor, figura 6. Pentru semănare, se aplică un strat subțire de compost pentru a crea un mediu propice pentru germinarea semințelor [13].

Singura condiție esențială în utilizarea baloților de paie este ca proveniența paielor să fie din agricultură organică. Paiele nu trebuie să conțină pesticide și îngrășăminte chimice, deoarece aceste substanțe vor interfera cu procesul natural de descompunere și creșterea plantelor, respectiv vor neutraliza coloniile de bacterii benefice cu care baloții au fost inoculați.

Baloții de paie au o greutate redusă și o durabilitate de până la două sezoane de producție. Dimensiunea uzuală a baloților de paie este de 0,4x0,4x1,30 m³, cu o greutate cuprinsă între 16÷18 kg/bucată și având densitatea cuprinsă între 77÷86 kg/m³ [14]. Capacitatea naturală a paielor de absorbție a apei este de cel puțin 360% pe o durată de 3 ore [15]. Greutatea balotului de paie saturat cu apă va fi de aproximativ 80 kg/bucată, respectiv de aproximativ 350 kg/m³.

Capacitatea naturală a paielor de absorbție a apei este mare într-un timp relativ scurt, iar ulterior procesul de eliminare a apei către plante este mult mai lent. Această calitate face ca folosirea substratului din paie să aducă economii semnificative la necesarul de apă pentru irigare. Utilizarea baloților de paie ca substrat vegetal pentru acoperișurile ecologice va avea un efect de îmbunătățire a mediului prin faptul că fibrele vegetale sechestrează dioxidul de carbon din atmosferă. Un balot de paie de 16 kg va absorbi 32 kg de dioxid de carbon [16].



Figura 6. Cultura de legume în baloți de paie [13].



4. Concluzii

În viziunea unei dezvoltări durabile urbane, implementarea acoperișurilor verzi ca parte integrantă a infrastructurii verzi-albastre va conduce la reducerea efectului de „insulă de căldură urbană”. Spațiile verzi amenajate pe acoperișurile clădirilor crează ecosisteme urbane care atrag și susțin fauna locală prin biodiversitatea vegetației și prin reintegrarea elementelor naturale în mediul urban. Grădinile urbane oferă spații de recreere și socializare, fiind un nucleu în viața comunității.

Prezența vegetației în mediul urban asigură un confort acustic și reduc poluarea aerului, iar prin sechestrarea dioxidului de carbon, acoperișurile verzi reduc impactul clădirilor asupra mediului. Acoperișurile ecologice pot contribui la diminuarea consumului de energie din timpul exploatarea clădirii și asigură durabilitatea materialelor de construcție. Practicile sustenabile de agricultură urbană asigură producția locală a alimentelor, astfel încât comunitatea poate avea acces la alimente de calitate superioară și o siguranță alimentară.

Conceperea și realizarea acoperișurilor verzi este un proces multidisciplinar care necesită concursul specialiștilor precum: arhitecți, peisagiști, ingineri structuriști, ingineri instalatori etc. Încărcarea dată de acoperișul verde trebuie considerată în faza de proiectare a clădirii, deoarece aceasta va influența dimensionarea elementelor structurii de rezistență. Greutatea pachetului de straturi depinde de compoziția substratului și de nevoile vegetației.

Succesul implementării unui acoperiș verde se bazează pe implicarea comunității locale în administrarea spațiului verde ca o grădină urbană, astfel încât acesta să devină un nucleu al vieții cotidiene și un liant între oameni.

BIBLIOGRAFIE

1. Andersson E., *Enabling Green and Blue Infrastructure to Improve Contributions to Human Well-Being and Equity in Urban Systems*, BioScience, vol.69, no.7, 566-574 (2019).
2. Carter T., Butler C. "Ecological Impacts of Replacing Traditional Roofs with Green Roofs in Two Urban Areas," *Cities and the Environment (CATE)*: Vol. 1: Iss. 2, Article 9, 2008.
3. <https://www.scribub.com/stiinta/arhitectura-construcii/Design-ecologic2159131717.php>, 26.04.2023.
4. Oberndorfer E. et al, *Green Roofs as Urban Ecosystems: Ecological Structures, Functions, and Services*, BioScience, Volume 57, Issue 10, 823-833 (2007).
5. www.Google.com, 26.04.2023.
7. Neda J. et al, *Benefits of Roof Garden in Order to Usage of Urban Agriculture at Roof Garden in High-Rise Building in Malaysia*, *Advances in Environmental Biology*, 9 (24) November 2015, pages 86-91, pp.87.
8. Korniyenko S., *Advantages, limitations and current trends in green roofs development. A review*, ISSN 2658-553, AlfaBuild, 20 ARTICLE NO 2002 (2021).
9. Ampim P. et al, *Green Roof Growing Substrates: Types, Ingredients, Composition and Properties*, *J. Environ. Hort.* 28(4):244-252. December 2010.
10. Panayiotis N. et al., *Soil Amendments reduce roof garden weight and influence the growth rate of Lantana*, *American Society for Horticultural Science* 2003, volume 38: Issue 4 pages 618-622.
11. XXX, *Compostarea*, ICPA București.
12. Chalker-Scott L, *Using cereal straw bales in home gardens*, Washington State University Extension, 2019.
13. Karsten J., *Straw bale gardens complete. Breakthrough vegetable gardening method*, Cool Springs Press, Minneapolis, Minnesota, 2013, ISBN 1591869072.
14. https://www.convexmg.ro/oferte/presa_balotat_M61.php, 26.04.2023.
15. Cantor D. et al, *Innovative building materials using agricultural waste*, *Procedia Technology* 19 (2015).
16. Cantor D. et al, *Using Wheat Straw in Construction*, *ProEnvironment* 8 (2015).



INFLUENȚA CARACTERISTICILOR ELASTICE ȘI GEOMETRICE ASUPRA MODULUI DE COMPORTARE LA ACȚIUNI STATICE A UNUI CADRU

Autori:

Laura Tanasiciuc, Diana A. Aduducesei, Bianca E. Torodoc

Facultatea de Construcții și Instalații Iași, Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” Iași,
laura.tanasiciuc@student.tuiasi.ro, diana-anamaria.aduducesei@student.tuiasi.ro, elena-bianca.torodoc@student.tuiasi.ro

Îndrumător:

Prof. univ. dr. ing. Dorina Nicolina Isopescu

dorina-nicolina.isopescu@academic.tuiasi.ro

REZUMAT: *La baza tuturor deformațiilor pe care o structură din beton, lemn, oțel sau oricare alt material le suportă, se află factori care influențează modul de comportare la acțiuni, precum modul de rezemare și aria secțiunilor transversale a elementelor care intră în structura de rezistență, materialul folosit sau punctele de aplicație ale forțelor care acționează asupra structurii. Lucrarea de față prezintă o serie de studii de caz care surprind influențele pe care acești factori deformatori le au asupra unei structuri simetrice realizată din cadre acționate de două forțe: o forță verticală și o alta orizontală, lucrarea propunându-și să urmărească deplasările produse în nodul din extremitatea dreapta-sus. Lucrarea are ca scop evidențierea modului de dispunere al eforturilor și deplasărilor în elementele de structură ale cadrului, prezentând o serie de studii de caz, precum și cazuri generale. Concluziile studiilor de caz analizate surprind o serie de observații realizate pe baza interpretării graficelor care se regăsesc în conținutul lucrării lucrării.*

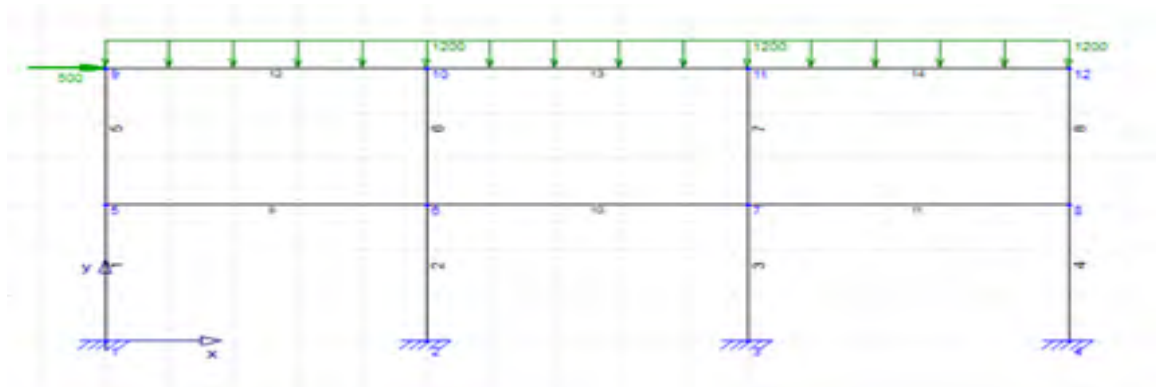
Cuvinte cheie: *cadru, rezemare, articulație, încastrare, aria secțiunii transversale, modul de elasticitate, forță, beton, lemn, variație, mărimi constante, grindă, stâlp, nod.*

1. Introducere

Structurile în cadre sunt structurile cele mai des folosite în construcții. Avantajele structurilor în cadre sunt date de execuția rapidă a acestora și posibilitățile de compartimentare diverse pentru mai multe tipuri de funcționalități. Structura de rezistență cu schelet în cadre constă, în general, într-un sistem spațial compus din bare verticale (stâlpii) și bare orizontale (grinzile), îmbinate la noduri. În mod normal, cadrele sunt dispuse după două direcții ortogonale, care corespund axelor principale ale clădirii, iar rețeaua de distribuție a stâlpilor este regulată, fiind condiționată de exigențele funcționale ale clădirii, de condițiile de rezistență, stabilitate și rigiditate și de modul de alcătuire al planșeelor, precum și de tehnologia de execuție.

Modul în care funcționează acest tip de structură de rezistență este simplu: pereții au rol de compartimentare, de închidere, izolare fonică și termică. Grinzile constituie reazeme pentru planșee și pentru elementele acestora. Acest mod de realizare permite o organizare a spațiului interior, ce poate diferi de la un nivel la altul. În lucrare se prezintă un cadru plan, în

diverse ipoteze de încărcare, scopul fiind evidențierea influenței unor factori asupra modului de comportare a cadrului, figura 1.



(a) Cadrul plan și dispunerea încărcărilor



Cadrul din lemn



Cadrul din beton

(b) Cadrul plan – materiale utilizate

Fig. 1 – Cadrul plan - dispunerea încărcărilor și materiale utilizate

Descrierea tematicii lucrării

Structura pe cadre aleasă ca suport pentru realizarea comparațiilor are dimensiunile deschiderilor de 5 metri, iar înălțimile de 3 metri. Această structură este încărcată cu o forță uniform distribuită cu valoarea de 1200 kN/m, corespunzătoare încărcării din zăpadă la nivelul acoperișului și o forță concentrată orizontală cu valoarea de 500 kN. Aceste valori au fost alese aleatoriu pentru obținerea unor deformații și a unor deplasări remarcabile, poziția punctului de aplicație a forței concentrate orizontală fiind modificată în studiile de caz care sunt prezentate în continuare, cu scopul de a sublinia aspecte diverse în modul de comportare a structurii în cadre, precum și în vederea realizării graficelor de variații.

Analizele comparative au avut în vedere deplasarea pentru nodul 12 (figura 1), evaluată în fiecare studiu de caz utilizând programul software de calcul plan EngiLab BIM.2D ML.

Comparațiile realizate au ca suport acest cadru și sunt efectuate pentru studii de caz având ca parametri de variabilitate:

1. Modul de rezemare a cadrului;
2. Poziția punctului de aplicație a forței orizontale (nodul 6 sau nodul 9);
3. Aria secțiunii transversale a stâlpilor;
4. Modulul de elasticitate al materialului din care este confecționat cadru.

2. Studii de caz

- Studiul de caz nr.1

Acest studiu de caz își propune să urmărească deplasările suferite de cadru la nivelul nodului 12, având ca parametru variabil modul de rezemare a structurii în ipoteza de încărcare cu forța liniar distribuită și cu forța orizontale în nodul 9.

Descrierea parametrilor cu valoare constantă:

- Materialul ales pentru confecționarea cadrului este beton clasa Bc20, (C16/20), având o valoare a modulului de elasticitate de 24000 N/mm^2 .
- Valorile dimensiunilor secțiunilor transversale alese pentru stâlpi și grinzi sunt de 900 cm^2 ($30 \text{ cm} \times 30 \text{ cm}$), respectiv 1200 cm^2 ($30 \text{ cm} \times 40 \text{ cm}$).
- Forțele care acționează asupra structurii au valorile de 1200 kN/m (forță liniar distribuită, care acționează în direcție verticală, poziționată la partea superioară a cadrului) și 500 kN (forță orizontală care acționează în nodul din extremitatea stângă-sus a structurii – nodul 9), figura a.

Parametrul variabil care face obiectul de analiză a acestui studiu de caz este modul de rezemare. Astfel au fost alese următoarele situații:

- Cazul (a) - nodurile 1, 2, 3 și 4 – încastrare;
- Cazul (b) - nodurile 1, 3 și 4 – încastrare, nodul 2 – articulație;
- Cazul (c) - nodurile 1 și 4 – încastrare, nodurile 2 și 3 – articulație;
- Cazul (d) - nodurile 1, 2, 3 și 4 – articulație.

În figura de mai jos (Fig.2) se observă deplasările și deformațiile cadrului confecționat din beton, aflat sub acțiunea celor două forțe, cu cele 4 moduri de rezemare diferite. Din reprezentarea grafică s-a identificat un raportul între deplasările obținute în nodul 12 și pe baza unor echivalări la scară au fost identificate valorile deplasărilor din nodul 12 în cele patru situații analizate.

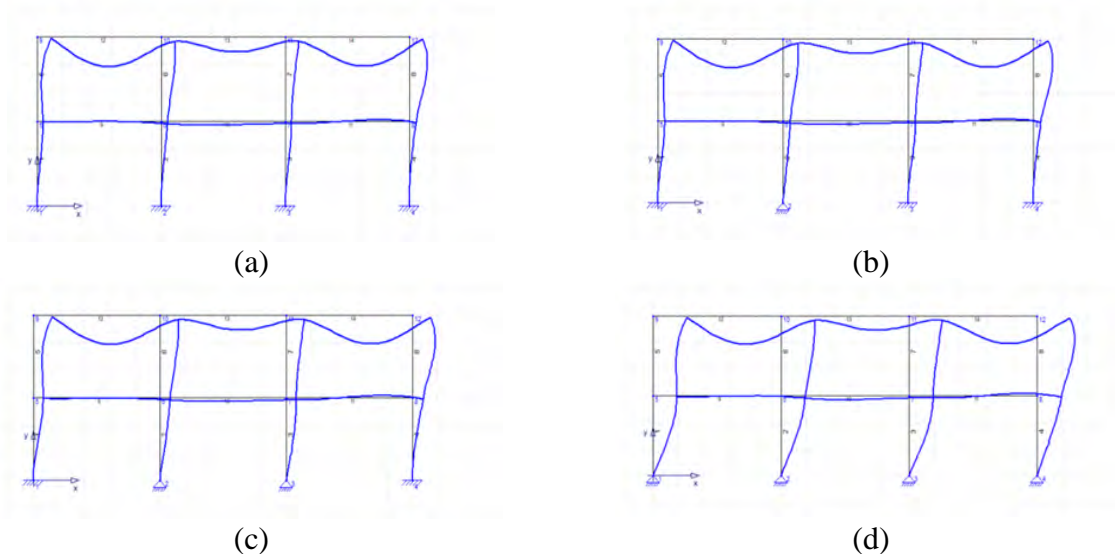


Fig. 2 – Deformații și deplasări ale cadrului – Studiul de caz nr. 1

În figura 3, pe baza evaluărilor este prezentat graficul de variație a deplasării din nodul 12 în toate ipotezele de rezemare. Din grafic se poate observa că rezemarea de tip încastrare limitează deplasarea la nivelul nodului 12, în timp ce, pe măsură ce rezemele de tip încastrare sunt înlocuite cu rezeme de tip articulație (rotiri permise), deplasarea nodului 12 crește foarte mult, de la 0,5 m la 1,3 m, deci o creștere de aproximativ 60%, mult mai mult decât dublu acesteia.

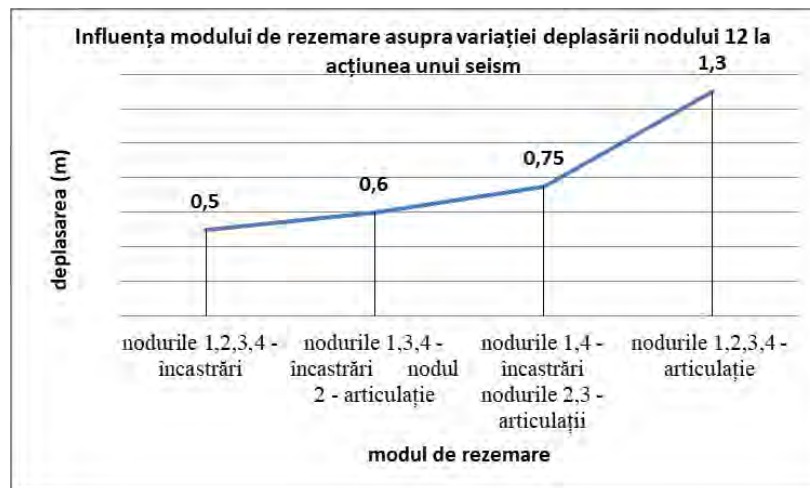


Fig.3 - Graficul de variație pentru deplasarea nodului 12 – Studiul de caz nr. 1

- Studiul de caz nr.2

Acest studiu de caz își propune să urmărească deplasările nodului din extremitatea dreapta-sus a cadrului (nodul 12), având ca și parametru variabil modul de rezemare a structurii în situația acționării unei forțe orizontale, cu efect de impact. Studiul de caz nr.2 se diferențiază de studiul de caz nr. 1 prin poziția punctului de aplicație a forței orizontale, respectiv în nodul 5, figura 4.

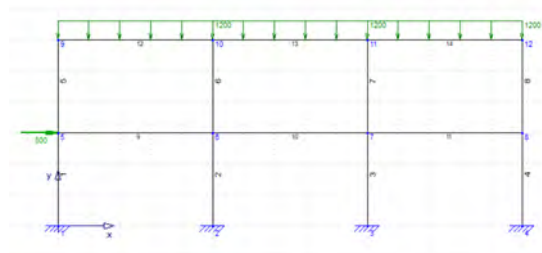


Fig. 4 – Cadrul acționat cu forța orizontală în nodul 5

Descrierea parametrilor cu valoare constantă:

- Materialul ales pentru confecționarea cadrului este beton clasa Bc20, (C16/20), având o valoare a modului de elasticitate de 24000 N/mm².
- Valorile dimensiunilor secțiunilor transversale alese pentru stâlpi și grinzi sunt de 900 cm² (30 cm ×30 cm), respectiv 1200 cm² (30 cm ×40 cm).

- Forțele care acționează asupra structurii au valorile de 1200 kN/m (forță liniară distribuită, care acționează în direcție verticală, poziționată la partea superioară a cadrului) și 500 kN (forță orizontală care acționează în nodul 5), figura 4.

De asemenea alt parametru variabil pentru acest studiu de caz este modul de rezemare. Astfel au fost alese următoarele situații:

- Cazul (a) - nodurile 1, 2, 3 și 4 – încastrare;
- Cazul (b) - nodurile 1, 3 și 4 – încastrare, nodul 2 – articulație;
- Cazul (c) - nodurile 1 și 4 – încastrare, nodurile 2 și 3 – articulație;
- Cazul (d) - nodurile 1, 2, 3 și 4 – articulație.

În figura de mai jos (Fig.5) se observă deplasările și deformațiile cadrului confecționat din beton, aflat sub acțiunea celor două forțe, cu cele 4 moduri de rezemare diferite. Din reprezentarea grafică s-a identificat un raportul între deplasările obținute în nodul 12 și pe baza unor echivalări la scară au fost identificate valorile deplasărilor din nodul 12 în cele patru situații analizate.

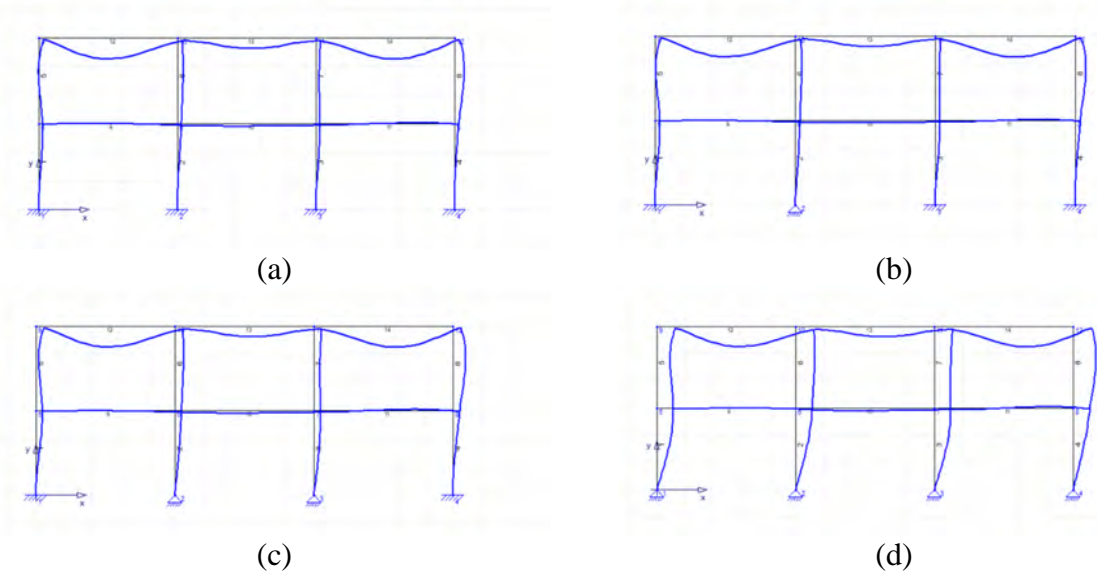


Fig. 5 – Deformații și deplasări ale cadrului – Studiul de caz nr. 2

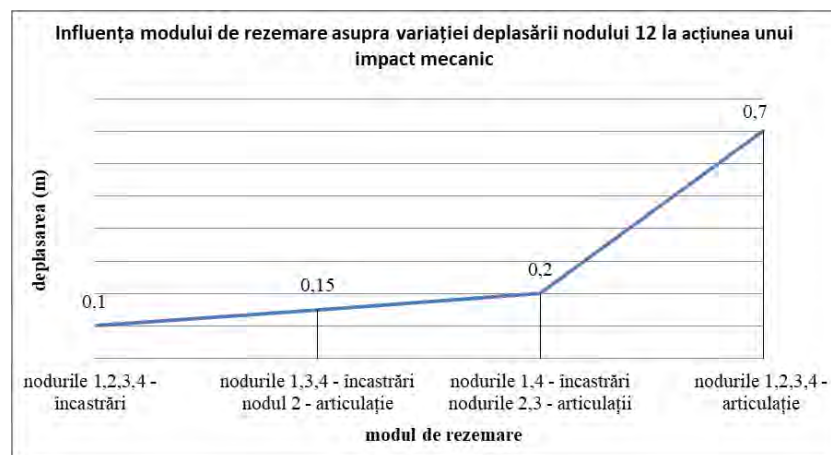


Fig. 6 – Graficul de variație pentru deplasarea nodului 12 – Studiul de caz nr. 2

În figura 6, pe baza evaluărilor este prezentat graficul de variație a deplasării din nodul 12 în toate ipotezele de rezemare. Din grafic se poate observa că rezemarea de tip încastrare limitează deplasarea la nivelul nodului 12, în timp ce, pe măsură ce rezemele de tip încastrare sunt înlocuite cu rezeme de tip articulație (rotiri permise), deplasarea nodului 12 crește, de la 0,1 m la 0,7 m.

- Studiul de caz nr.3

Acest studiu de caz își propune să realizeze o comparație între studiile de caz nr. 1 și nr.2, urmărind deplasările suferite de cadru, având ca și parametru variabil poziția punctului de aplicație a forței cu valoarea de 500 kN, dispusă orizontal, care acționează asupra structurii.

Descrierea parametrilor cu valoare constantă:

- Materialul ales pentru confecționarea cadrului este beton clasa Bc20, (C16/20), având o valoare a modulului de elasticitate de 24000 N/mm².
- Valorile dimensiunilor secțiunilor transversale alese pentru stâlpi și grinzi sunt de 900 cm² (30 cm × 30 cm), respectiv 1200 cm² (30 cm × 40 cm).

Analiza grafică din figura 7 evidențiază influența pe care o are poziția forței orizontale, astfel pentru aceeași situație de rezemare se constată o creștere substanțială, direct proporțională cu înălțimea de aplicare a forței, cu cât poziția punctului de aplicare este mai sus, cu atât valoarea deplasării crește.

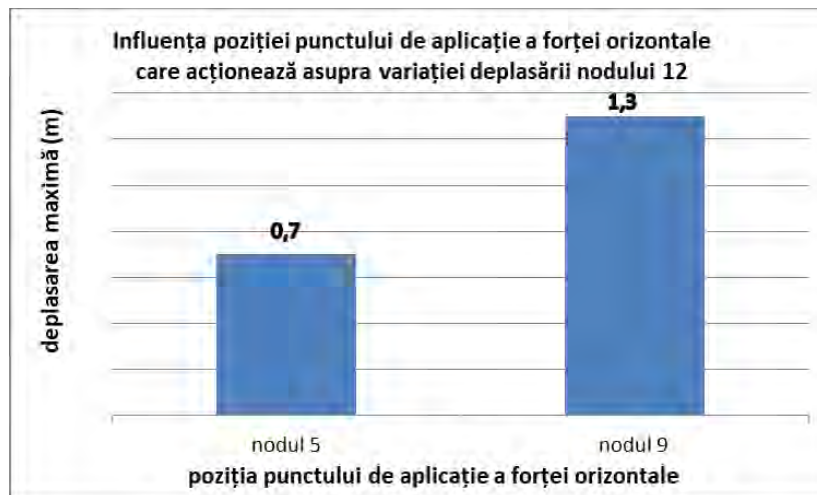


Fig. 7 – Grafic de variație a deplasării nodului 12 – Studiul de caz nr. 3

- Studiul de caz nr. 4

Acest studiu de caz își propune să urmărească deplasările suferite de cadrul confecționat dintr-un beton de o marcă mai calitativă decât cea folosită în studiile de caz anterioare, care implicit are o valoare a modulului de elasticitate mai mare, studiul de caz având ca și parametru variabil aria secțiunii transversale a stâlpilor cadrului.

Datorită opunerii la deplasare pe care o exercită stâlpii, se va varia secțiunea transversală a acestora, astfel că, în figurile de mai jos, se observă deformațiile și deplasările

suportate de cadrul confecționat din beton, aflat sub acțiunea celor două forțe, stâlpii având, pe rând dimensiunile secțiunilor transversale ($b \times h$) de 30 cm \times 30 cm (A1), 30 cm \times 40 cm (A2), 40 cm \times 30 cm (A3), respectiv 30 cm \times 50 cm (A4).

Descrierea parametrilor cu valoare constantă:

- Cadrul este confecționat din beton clasa Bc25, (C20/25), având cu o valoare a modulului de elasticitate de 30000 N/mm².
- Cadrul este încastrat în toate cele 4 noduri prin care stâlpii au contact cu solul, blocându-se rotirea, cât și deplasările structurii pe direcția orizontală și verticală.
- Aria secțiunii transversale a grinzilor are valoarea de 900 cm² (30 cm \times 30 cm).
- Forțele care acționează asupra structurii au valorile de 1200 kN/m (forță uniform distribuită, dispusă în direcție verticală, care acționează la partea superioară a cadrului) și 500 kN (forță orizontală care acționează în nodul aflat în extremitatea stânga-sus a structurii – nodul 9).

În figura 8 se observă deplasările și deformațiile cadrului din beton, ai cărui stâlpi au ariile secțiunilor transversale diferite, cadrul fiind supus acțiunii celor două forțe.

Astfel se identifică următoarele cazuri:

- Cazul (a) – aria secțiunii transversale a stâlpilor A1 – 30 cm x 30 cm;
- Cazul (b) - aria secțiunii transversale a stâlpilor A2 – 30 cm x 40 cm;
- Cazul (c) - aria secțiunii transversale a stâlpilor A3 – 40 cm x 30 cm;
- Cazul (d) - aria secțiunii transversale a stâlpilor A4 – 30 cm x 50 cm.

Analiza comparativă evidențiază că există influențe ale dimensiunilor stâlpilor, însă acestea sunt proporționale cu rigiditatea secțiunii transversale dar și cu masa acesteia.

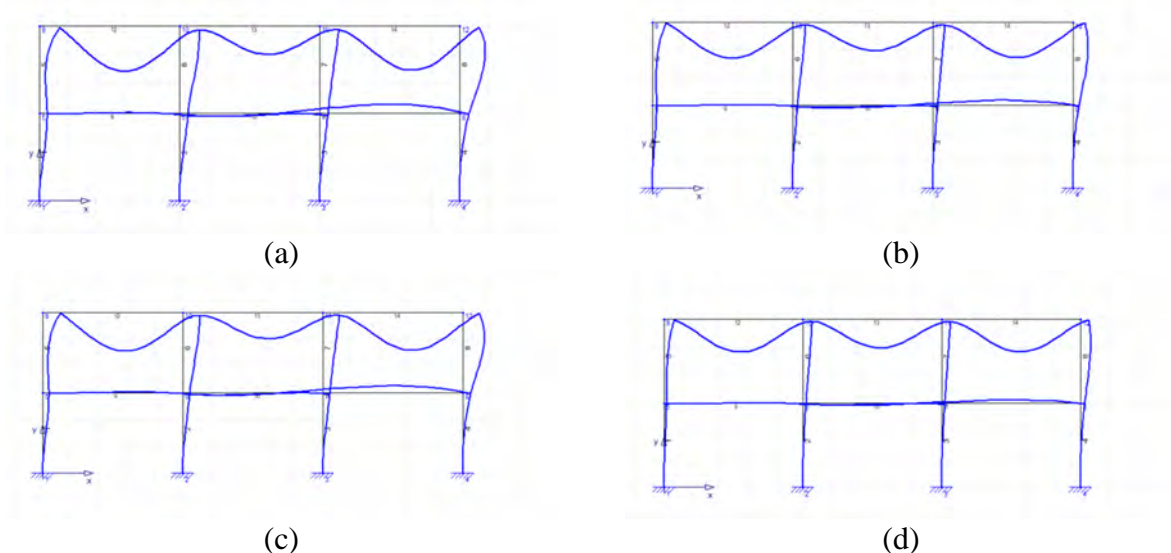


Fig. 8 – Deformații și deplasări ale cadrului – Studiul de caz nr. 4

În figura 9, pe baza evaluărilor este prezentat graficul de variație a deplasării din nodul 12 în toate ipotezele. Din grafic se poate observa influența ariei secțiunii transversale pentru toate cazurile studiate, evidentă fiind influența masei totale a structurii.

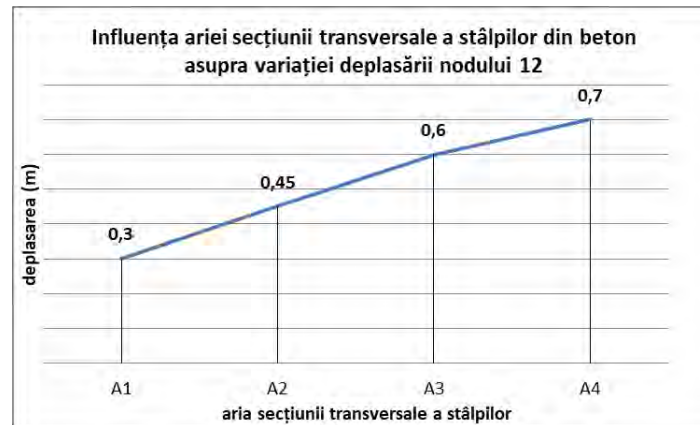


Fig. 9 – Graficul de variație pentru deplasarea nodului 12 – Studiul de caz nr. 4

- Studiul de caz nr. 5

Acest studiu de caz își propune să urmărească deplasările suferite de cadrul confecționat din lemn, având ca și parametru variabil aria secțiunii transversale a stâlpilor cadrului. Datorită opunerii la deplasare pe care o exercită stâlpii, se va varia secțiunea transversală a acestora, astfel că, în figura 10, se observă deplasările suportate de cadrul confecționat din lemn, aflat sub acțiunea celor două forțe, stâlpii având, pe rând dimensiunile secțiunilor transversale ($b \times h$) de 30 cm \times 30 cm (A1), 30 cm \times 40 cm (A2), 40 cm \times 30 cm (A3), respectiv 30 cm \times 50 cm (A4). Acest studiu de caz se diferențiază de studiul de caz nr. 4 prin materialul din care este confecționat cadrul, astfel încât cele două studii de caz constituie baza de lucru pentru studiul de caz nr. 6.

Descrierea parametrilor cu valoare constantă:

- Materialul ales pentru confecționarea cadrului este lemn, având o valoare a modulului de elasticitate de 12000 N/mm².
- Cadrul este încastrat în toate cele 4 noduri prin care stâlpii au contact cu solul, blocându-se rotirea, cât și deplasările structurii pe direcția orizontală și verticală.
- Aria secțiunii transversale a grinzilor are valoarea de 900 cm² (30 cm \times 30 cm).
- Forțele care acționează asupra structurii au valorile de 1200 kN/m (forță uniform distribuită, dispusă în direcție verticală, care acționează la partea superioară a cadrului) și 500 kN (forță orizontală care acționează în nodul aflat în extremitatea stânga-sus a structurii – nodul 9).

În figura 10 se observă deformațiile și deplasările cadrului din lemn, aflat sub acțiunea celor două forțe, remarcându-se influența valorilor diferite ale dimensiunilor stâlpilor, iar în figura 11 este reprezentată variația deplasărilor nodului 12.

În studiul de caz nr.5 au fost analizate următoarele cazuri:

- Cazul (a) – aria secțiunii transversale a stâlpilor A1 – 30 cm x 30 cm;
- Cazul (b) - aria secțiunii transversale a stâlpilor A2 – 30 cm x 40 cm;
- Cazul (c) - aria secțiunii transversale a stâlpilor A3 – 40 cm x 30 cm;
- Cazul (d) - aria secțiunii transversale a stâlpilor A4 – 30 cm x 50 cm.

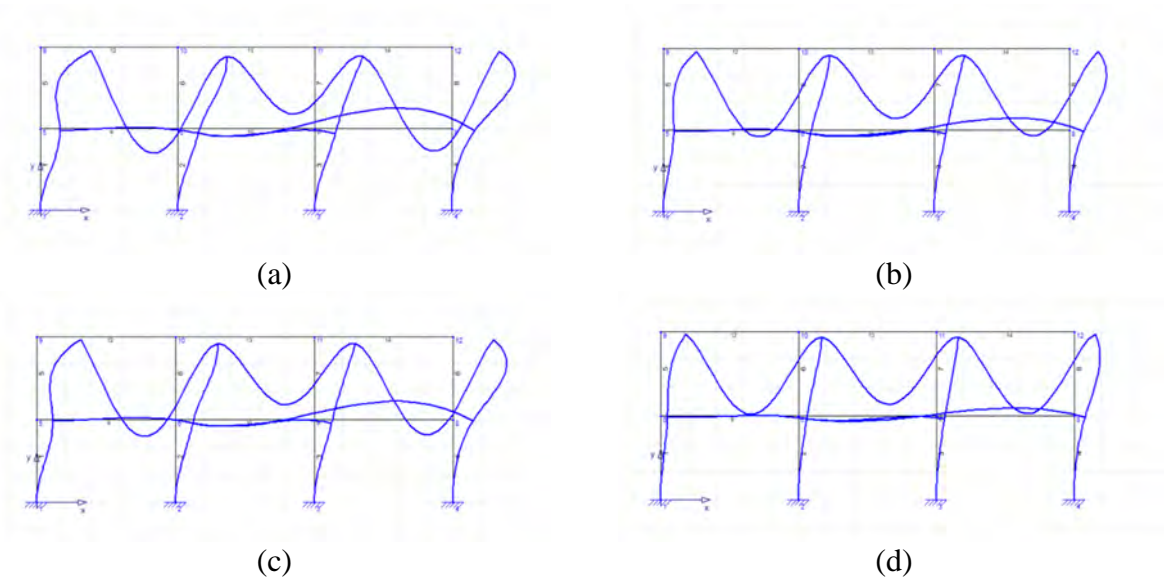


Fig. 10 – Deformații și deplasări ale cadrului – Studiul de caz nr. 5

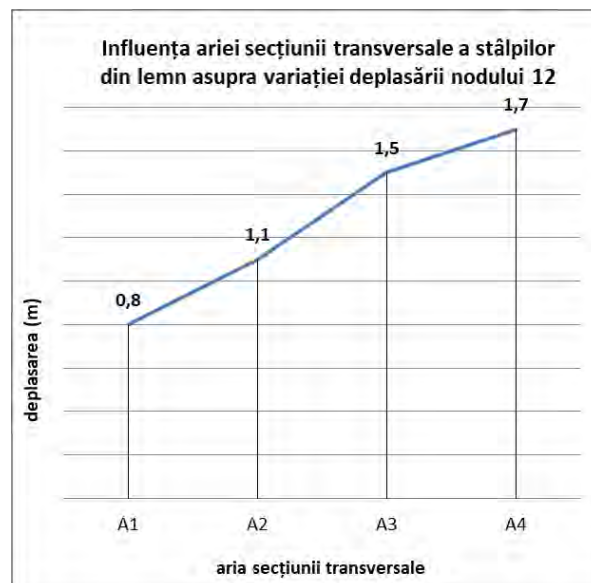


Fig. 11 – Graficul de variație pentru deplasarea nodului 12 – Studiul de caz nr. 5

- Studiul de caz nr. 6

Acest studiu de caz își propune să realizeze o comparație între studiile de caz nr. 4 și nr.5, urmărind deplasările suferite de cadru, având ca și parametru variabil rigiditatea materialului din care este confecționat cadrul: beton și lemn, cu valori ale modulelor de elasticitate diferite. Betonul ales are o valoare a modulului de elasticitate de 30000 N/mm^2 , în timp ce lemnul are o valoare de 12000 N/mm^2 . Analiza comparativă este prezentată în graficul din figura 12.

Descrierea parametrilor cu valoare constantă:

- Cadrul este încadrat în toate cele 4 noduri prin care stâlpii au contact cu solul, blocându-se deplasările și rotațiile structurii pe direcția orizontală și verticală.



- Aria secțiunii transversale a grinzilor are valoarea de 900 cm^2 ($30 \text{ cm} \times 30 \text{ cm}$).
- Forțele care acționează asupra structurii au valorile de 1200 kN/m (forță uniform distribuită, dispusă în direcție verticală, care acționează la partea superioară a cadrului) și 500 kN (forță orizontală care acționează în nodul aflat în extremitatea stânga-sus a structurii – nodul 9).

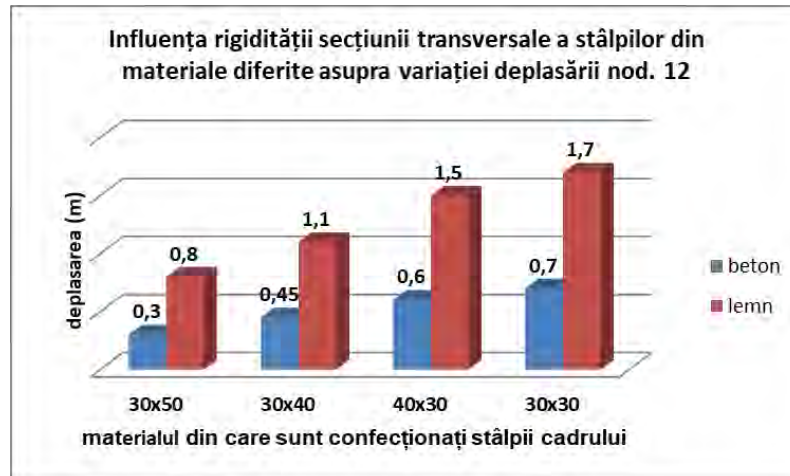


Fig. 12 - Grafic de variație a deplasării nodului 12 – Studiul de caz nr. 6

3. Concluzii

În urma interpretării graficelor realizate pe baza celor 6 studii de caz, se pot formula următoarele concluzii privind influența unor factori asupra modului de comportare a unei structuri în cadre acționată în planul său.

A. Modul de rezemare al cadrului

- Cu cât o structură este prinsă în teren prin mai multe încastrări și mai puține articulații, deplasările sunt mai mici.
- Cu cât o structură este prinsă în teren prin mai multe articulații și mai puține încastrări, deplasările sunt mai mari.

B. Poziția punctului de aplicație a forței orizontale care acționează asupra cadrului;

- Cu cât punctul de aplicație al forței este mai apropiat de baza cadrului, cu atât deplasările sunt mai mici.

C. Aria secțiunii transversale a stâlpilor

- Cu cât aria secțiunii transversale este mai mică, cu atât deplasările produse sunt mai mari.
- Pentru secțiuni transversale pătrate, cu cât valoarea ariei este mai mică, cu atât deplasările sunt mai mari.
- Pentru secțiuni transversale dreptunghiulare, cu cât valoarea bazei, b , este mai mare decât valoarea înălțimii, h , cu atât deplasările sunt mai mari.

D. Modului de elasticitate a materialului din care este confecționat cadrul



- Indiferent de materialul de confecționare al stâlpilor, pentru secțiunea transversală pătrată, cu cât valoarea ariei este mai mică, cu atât deplasările sunt mai mari.
- Indiferent de materialul de confecționare al stâlpilor, pentru secțiunea transversală dreptunghiulară, cu cât valoarea bazei este mai mare decât valoarea înălțimii, cu atât deplasările sunt mai mari.
- Cu cât modulul de elasticitate al materialului este mai scăzut, cu atât deplasările sunt mai mari.

4. Bibliografie

1. Boazu R., Teoria Structurilor *, Ed. Tehnică, Științifică și Didactică CERMI, Iași, 2003;
2. Caracostea A., Manual pentru calculul construcțiilor, Secțiunea III Rezistența materialelor și teoria elasticității, Ed. Tehnică, București, 1977;
3. Petcu V., Soare M., Svasta C., Automatizarea calculului de rezistență în construcții – programe BASIC, Ed. Tehnică, București, 1989;
4. Program software: EngiLab BIM.2D ML.



MANAGEMENTUL RISCULUI ÎN PROIECTE DE CONSTRUCȚII

Autor/autori

Maria E. TONEA

Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, toneamaria00@gmail.com

Îndrumător/îndrumători

Conf. Dr. Ing. Ec. Sorina A. Ciplea

Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, sorina.ciplea@ccm.utcluj.ro

REZUMAT:

Riscul, poate fi privit ca probabilitatea de apariție a unui eveniment, a unui pericol sau a unei amenințări care poate influența în mod nedorit activitatea propusă. Elementele de principiu privind managementul de risc, procesul de management al riscului, clasificarea riscurilor, dar și factorii care duc la eșecul unui proiect de construcții au condus la realizarea unui studiu de caz, care aduce odată cu primele semnale care evidențiază apariția riscurilor în proiecte și soluții, oportunități care să ajute la îndeplinirea obiectivelor proiectului. Obiectivul principal este găsirea celor mai bune metode și tehnici pentru a evita apariția unor „dezastre” atât din punct de vedere financiar cât și din punct de vedere practic.

1. INTRODUCERE

1.1. Concepte, definiții: management, risc.

Managementul înseamnă alegerea unor ținte pe baza unor principii și direcționarea rațională a tuturor resurselor disponibile pentru atingerea lor. Pentru ca un proiect să fie construit respectând bugetul și termenele implementate, un management profesionist al operațiunilor derulate la fața locului, este necesar; complexitatea tehnică, importanța realizării lucrărilor în timp util, constrângeri legate de resurse și costuri substanțiale, planificare amănunțită, programare și control. Procesul de construcție nu este un mecanism de autoajustare, dar necesită intervenția coordonată a experților pentru activitățile care urmează să fie desfășurate conform planurilor. Realizarea construcției poate fi profund afectată prin evenimente greu sau imposibil de prezis. Într-o asemenea schimbare circumstanțele, costul și durata se modifică în mod constant și pot brusc deteriora. Un management eficient nu este doar de dorit ci este necesar pentru a obține un rezultat final satisfăcător. Indiferent de contract, organizarea aleasă pentru realizarea proiectului de construcție este esențială, iar cel mai sigur mod pentru atingerea obiectivelor este aplicarea unui sistem de management al proiectelor.

Teoria clasică a deciziei definește riscul ca fiind un element incert dar posibil ce apare permanentă în activități sociale și umane având efecte păgubitoare. Riscul decizional este cel care se află la baza managementului riscului. Riscul decizional reprezintă probabilitatea ca o acțiune viitoare să genereze pierderi datorită cunoașterii imperfecte sau unor raționamente logice eronate. Atât în trecut



cât și în prezent riscul își face apariția în toate domeniile de activitate, iar pentru a se evita efectele nefavorabile ale acestuia majoritatea organizațiilor mari și mijlocii derulează activități de management al riscului cu diverse grade de extindere. Managementul riscului este așadar o componentă strategică a supraviețuirii și dezvoltării unei organizații.

1.2 Managementul riscului în proiecte de construcții

Procesele reprezintă acele activități repetitive care duc la realizarea de produs și servicii la nivel de firmă. Ele se repetă în mod continuu și constituie alături de proiecte, adică activități nerepetitive de la nivel de firmă, subiectul managementului. De fapt, managerii gestionează procese și proiecte în fiecare zi, pe baza calendarului activităților stabilite. Managementul înseamnă atingerea obiectivelor legate de derularea acestor procese și implementarea noilor proiecte la nivel organizațional. Dar ce se întâmplă când planifici să vinzi cantități mari, când planifici să ai erori puține, când ai obiective și vrei să le atingi? E suficient să planifici să organizezi, să conduci și să controlezi și vei atinge obiectivele? Răspunsul actual pe care îl dă mediul afacerilor este nu, nu este suficient acest lucru deoarece, deși cele mai bune procese sunt detaliate corect, deși angajații sunt pregătiți, adesea se mai comit erori. Adesea apar factori externi neprevăzuți sau subevaluați, din prisma impactului generat, care determină neconformități în derularea proceselor. Iată ciclul managerial clasic planificare-organizare-conducere-control nu duce întotdeauna la rezultatele sperate. Apar factori perturbatori care ne pot conduce la o îndepărtare de atingerea obiectivelor vizate. Soluția la acest tip de probleme, ce se regăsesc în activitatea managerială, este managementul riscurilor, abordat teoretic și practic.

Industria construcțiilor, este, prin natura sa, mult mai imprevizibilă. Fiecare proiect este unic. Proiectele de construcții pot fi extrem de complexe și pline de incertitudine. Riscul și incertitudinea pot avea potențial consecințe dăunătoare pentru proiectele de construcție. Prin urmare, în prezent, analiza și managementul riscurilor continuă să fie o trăsătură majoră a managementului de proiecte al proiectelor de construcții în încercarea de a face față eficient incertitudinilor și evenimentelor neașteptate și de a obține succesul proiectului.

Construcțiile implică un număr mare de firme independente care lucrează împreună. Iar managerii de proiect trebuie să se ocupe și de toate problemele legate de aprovizionare, vreme și forța de muncă, cu care se confruntă și celelalte industrii.

Managementul riscului este una dintre cele nouă domenii de cunoștințe propagate de Project Management Institute. Mai mult, managementul riscului în contextul managementului proiectelor este o modalitate cuprinzătoare și sistematică de identificare, analiză și răspuns la riscuri pentru atingerea obiectivelor proiectului. Beneficiile procesului de management al riscurilor includ identificarea și analiza riscurilor și îmbunătățirea proceselor de management al proiectelor de construcție și utilizarea eficientă a resurselor.

Putem defini managementul riscului în următorul mod: o serie de activități prin intermediul cărora se încearcă controlul, reducerea, eliminarea riscurilor și totodată amplificarea beneficiilor. Constantin Opran definește managementul riscului „drept gestionarea evenimentelor incerte în



scopul succesului”. Managementul riscului ajută la îmbunătățirea poziției de bază a oricărei organizații prin prevenirea pierderilor care pot să apară ceea ce duce la reducerea costurilor și prin sporirea probabilității ca afacerile derulate să aibă succes. Departamentul de management al riscului devine parte obligatorie pentru organizații, companii care doresc să desfășoare o activitate de succes în afaceri. Lipsa acestei părți din structura organizatorică a unei companii la fel ca și exploatarea ineficientă a acesteia poate implica pierderi importante în domeniul financiar și nu numai, cel mai grav este însă atunci când acestea duc la pierderea de vieți omenești.

Scopul acestui departament este de a identifica riscurile care pot apărea în cadrul unei organizații, de a găsi soluții pentru riscurile identificate astfel încât să poată fi gestionate în folosul organizației/companiei. De cele mai multe ori riscul este înțeles ca și un element distrugător însă gestionat corespunzător reprezintă un element benefic. Metodele strategice de aplicare al managementului riscului sunt specifice fiecărei organizații în parte, acestea depinzând de domeniul de activitate al acesteia, riscurile sunt diferite de tipul de activități.

Riscurile pot proveni din diverse surse, inclusiv incertitudinea pe piețele financiare, amenințări din eșecurile proiectului (în orice fază în proiectarea, dezvoltarea, producția sau susținerea ciclurilor de viață), obligațiile legale, risc de credit, accidente, cauze naturale și dezastre, atac deliberat de la un competitor sau evenimente cu cauza incertă sau imprevizibilă.

Există doua tipuri de evenimente: evenimentele negative care pot fi clasificate drept riscuri, în timp ce evenimentele pozitive pot fi clasificate drept oportunități. Metodele, definițiile și obiectivele variază mult în funcție de metode de gestionare a riscurilor, acestea aflându-se în contextul managementului de proiect, securității, ingineriei, proceselor industriale, portofoliilor financiare, evaluărilor actuale sau sănătății și siguranței publice.

Literatura de specialitate prezintă doua metode generale de asumare a riscurilor, acestea sunt:

- metode bazate pe experiența și aprecierea subiectivă a echipei de analiză;
- metode bazate pe calculul probabilităților de apariție a factorilor de risc.

2. Studiu de caz

În procesul de management al riscului se disting următoarele trei faze:

1. Identificarea riscului - în aceasta etapă se iau în considerare atât riscurile interne cât și riscurile externe;
2. Analiza riscului - presupune cuantificarea riscurilor identificate;
3. Reacția la risc - este etapa în care se trece la eliminarea, reducerea și/sau repartizarea riscurilor.

În consecință s-au întocmit o serie de reglementări, coduri de bună practică, standarde pentru a ajuta managementul riscurilor în proiecte cu strategii, soluții, planificări.



De exemplu: amortizarea internațională a cerințelor privind managementul riscurilor prin standardizare la nivel ISO, avem standardul ISO 31000, amortizarea internațională a cerințelor privind continuitatea afacerii prin standardizare la nivel ISO, avem standardul ISO 22301, avem managementul riscurilor în proiecte conform standardul ISO 21500.

Analiza riscului și tehnicile de management au fost descrise în detaliu de mulți autori. Un proces de management al riscului include următorii pași cheie:

1. Identificarea riscului
2. Evaluarea riscului
3. Reducerea riscului
4. Monitorizarea riscului

Identificarea riscurilor, este primul și poate cel mai important pas în procesul de management al riscului, deoarece încearcă să identifice sursa și tipul riscurilor. Acesta include recunoașterea condițiilor potențiale de evenimente de risc în proiectul de construcție și clarificarea responsabilităților de risc. Identificarea riscului dezvoltă baza pentru următorii pași: analiza și controlul managementului riscului. Identificarea corectă a riscurilor asigură eficacitatea managementului riscului, Carbone și Tippett au afirmat că identificarea și atenuarea riscurilor proiectului sunt pași cruciali în gestionarea proiectelor de succes.

Multe abordări ale clasificării riscurilor au fost sugerate în literatura de specialitate pentru managementul eficient al riscului pentru proiectele de construcții. Tah și Carr au clasificat riscurile în două grupe, în conformitate cu natura riscurilor și anume riscuri externe și interne. Combinând logica neclară și o structură de defalcare a muncii, autorii au grupat riscurile în șase subseturi: schimbări locale, globale, economice, fizice, politice și tehnologice. Potrivit lui Wang și colab., clasificarea riscurilor depinde în principal de faptul dacă proiectul este local sau internațional. Riscurile interne sunt relevante pentru toate proiectele, indiferent dacă sunt locale sau internaționale. Proiectele internaționale tind să fie supuse riscului extern, cum ar fi neconștientizarea condițiilor sociale, scenariu economic, politice, formalități procedurale necunoscute și noi, cadrul de reglementare și autoritatea de guvernare, etc.

După cum s-a subliniat, factorii de risc pot fi împărțiți în două grupuri majore:

-riscuri interne, care intră în controlul clienților, consultanților și contractorilor.

-riscuri externe, care includ elemente de risc care nu sunt sub controlul părților interesate.

Un studiu academic detaliat al riscurilor în proiectele de construcții a identificat șapte aspecte principale care ar putea fi afectate în cadrul proiectelor de construcții. Autorii studiului au intervievat 40 de contractanți pentru a afla cum au perceput fiecare risc.

1. Riscuri de proiectare:

- Erori și omisiuni în proiectare;
- Procesul de proiectare durează mai mult decât s-a preconizat;
- Părțile interesate solicită modificări de ultim moment;
- Neexecutarea lucrărilor în conformitate cu contractul.



2. Riscuri externe:

- Apariția unor părți interesate noi care solicită modificări;
- Obiecții publice;
- Modificări ale legilor și standardelor locale;
- Schimbări fiscale.

3. Riscuri ce țin de factorii de mediu:

- Analiza de mediu incompletă;
- Noi alternative necesare pentru a evita, a atenua sau minimiza impactul asupra mediului.

4. Riscuri organizationale:

- Forță de muncă fără experiența și schimbarea personalului;
- Livrări întârziate;
- Lipsa protecției pe șantierul de construcții.

5. Riscuri legate de managementul proiectului:

- Nerespectarea cerințelor contractuale referitoare la calitate;
- Erori de planificare, întâzieri din partea contractanților
- Conflicte în echipa proiectului

6. Riscuri legate de dreptul de trecere:

- Permise de construcție temporare expirate;
- Contradicții în documentele de construcție.

7. Riscuri ce țin de construcția propriu-zisă:

- Depășiri ale costurilor proprietății;
- Schimbări ale tehnologiei.

Studiul a arătat că dintre cei douăzeci de factori descriși mai sus, erorile de proiectare și întârzierile procesului de proiectare au fost factorii de risc menționați cel mai frecvent. Respondenții au considerat că aceste evenimente de risc sunt cel mai des responsabile pentru calitatea slabă a muci, întâzieri și pierderile asociate.

În cele ce urmează o să abordez un model matematic cunoscut conceput pentru calculul riscului de faliment, un model care scoate în evidență importanța evitării riscului din punct de vedere financiar.

Modelul Altman

Unul dintre cele mai cunoscute modele matematice care este concepută pentru calculul riscului de faliment a fost elaborat de profesorul Eduard I. Altman în anii 60, de profesorii Conan și Holder și Taffler în 1983. Modelele sunt cunoscute sub numele de „Metoda Scorurilor” sau „Testul Z”.

Acest model a folosit informații, în urma studierii unui larg eșantion de companii, atât din rândul celor care au dat faliment, cât și acelor care au supraviețuit, toate fiind din domeniul manufacturier. El afirmă că analiza bazată pe mai multe variabile cu ajutorul a 5 indicatori permite prevederea a 75% din falimente cu 2 ani înainte de producerea acestora.



Altman a selectat un grup de 33 de companii din cele cu probleme financiare, criteriul de selecție fiind tipul activității întreprinderii industriale. Mărimea activului se situa între 0,7 mii USD și 25,9 mii USD, iar perioada avută în vedere a fost 1946-1965 (20 de ani). Grupul întreprinderilor sănătoase a fost selectat după principiul similitudinii, fiecărei întreprinderi corespunzându-i o firmă sănătoasă.

Din lista de 22 indicatori, autorul reține 5 care au semnificația cea mai ridicată.

Modelul Altman include ca factor primordial profitabilitatea activului, ponderat cu o valoare apropiată de a celor 4 indicatori împreună. Analistii au încercat să dezvolte capacitatea de previziune a modelului original.

Variabile utilizate în modelul Altman:

[x1] Rezultatul din exploatare/ Activ total;

[x2] Cifra de afaceri/ Activ total;

[x3] Capitaluri proprii/ Datorii Totale;

[x4] Active circulante/ Activ total;

[x5] Surse proprii de finanțare din profit/ Activ total.

Formula:

$$Z=3,3x1 + 1x2 + 0,6x3 + 1,4x4 + 1,2x5$$

Rezultatele testului : $Z < 1,8$ – faliment iminent;

$Z = 1,81-2,70$ – deficit de lichiditati;

$Z = 2,71-2,99$ – solvabilitate, risc redus;

$Z > 3$ – solvabilitate ridicata, risc inexistent.

Mai jos am realizat un exemplu cu date reale:

Conform bilanțului contabil și a contului de profit și pierdere, situațiile financiar-contabile ale firmelor sunt următoarele:

Tabelul 1. Bilanț

		Firma A	Firma B
1.	Active curente	39	25
	- Numerar	9	7
	- Plasamente pe termen scurt	7	5
	- creante	17	13
	- stocuri	6	-



2.	Active immobilizate	18	21
	TOTAL ACTIVE	57	46
3.	Datorii curene	18	14
4.	Datorii pe termen lung	8	6
	DATORII TOTALE	26	20
5.	Capital propriu	31	26
6.	Capital propriu+datorii totale	57	46
7.	Cifra de afaceri	69	51
8.	Costuri aferente cifrei de afaceri	29	12
9.	Rezultatul brut aferent cifrei de afaceri	40	39
9.	Rezultatul brut aferent cifrei de afaceri	40	39
10.	Profit brut total	2,3	4,1
11.	Ponderea cheltuielilor cu personalul in valoarea adaugata%	25	31
12.	Ponderea excedentului brut din exploatare in valoarea adaugata %	15	20

Firma A

$$X1=40/57=0.70$$

$$X4=2,3/57=0,04$$

$$X2=69/57=1,21$$

$$X5=39/57=0,68$$

$$X3=31/26=1,19$$

$$Z= 3,3 \times 0,7 + 1 \times 1,21 + 0,6 \times 1,19 + 1,4 \times 0,04 + 1,2 \times 0,68 = 2,32 + 1,21 + 0,72 + 0,05 + 0,81 = 5,106$$

Firma B

$$X1= 39/46=0,85$$

$$X4=4,1/46=0,09$$

$$X2=51/46=1,11$$

$$X5=25/46=0,54$$

$$X3=26/20=1,3$$

$$Z=3,3 \times 0,85 + 1 \times 1,11 + 0,6 \times 1,3 + 1,4 \times 0,09 + 1,2 \times 0,54 = 2,805 + 1,11 + 0,78 + 0,126 + 0,65 = 5,471$$

Verificând rezultatele ale ambelor firme R: $Z > 3$ rezultă faptul că cele două firme, au o solvabilitate ridicată, respectiv putem considera că riscul este inexistent.

Având în vedere riscurile in ceea ce privește partea practică a proiectului, mai precis execuția, o sa amintesc cateva tehnici de indentificare a riscurilor potențiale:

- **Brainstorming**, bine cunoscuta metodă prin care membrii echipei contribuie direct la soluționarea problemei prin căutarea de idei în scopul identificării de posibile riscuri. Este o tehnică simplă, cu reguli simple, la care poate participa oricine.

▪



- **Tehnica Delphi**, care presupune utilizarea de specialiști cu multă expertiză în domeniul riscurilor sau în domenii conexe care sunt cootați pentru rezolvarea cazului.
- **Analiza cauzelor fundamentale (ROOT CAUSE ANALYSIS)**, care implică o definire riguroasă, de profunzime a problemelor proiectului/procesului/activității și dezvoltarea de scenarii de manifestare a riscului.
- **Analiza pe bază de scenarii – PERT**, o analiză care constă în previzionarea evenimentelor posibile pe baza unor scenarii ce se pot concretiza în realitate, ținând cont de factorii din mediul extern, care pot genera riscuri sau oportunități. Fiecare scenariu conține o versiune optimistă și una pesimistă care vor fi comparate cu situația medie (de mijloc). Acest instrument nu se bazează pe experiențele din trecut.

4. Concluzii

Managementul riscurilor reprezintă un mijloc important prin care se implementează la nivelul entității publice și private un sistem de control intern managerial eficient și eficace.

Procesul de gestionare a riscurilor necesită implicarea tuturor factorilor, atât a celor cu funcții de conducere, cât și a celor cu atribuții executive, prin stabilirea de responsabilități clare la nivelul tuturor structurilor organizatorice și decizionale.

O mare parte din riscurile identificate sunt cauzate de lipsa/nerespectarea procedurilor, iar circumstanțele care favorizează apariția acestora sunt rezultatul unui control defectuos al activităților. Drept urmare, mulți autori au recunoscut valoarea încrederii în cadrul afacerii proiectului. Lewicki și Bunker subliniază că ÎNCREDEREA este elementul critic de succes pentru majoritatea relațiilor de afaceri, profesionale și de angajare. Încrederea este susținută pentru a îmbunătăți relațiile inter-organizaționale dintre principalii actori, în dezvoltarea proiectelor, cum ar fi proprietari, contractori și furnizori. Conform lui Krane încrederea între proprietarii de proiecte și managerii de proiecte este crucială pentru succesul proiectului.

5. Bibliografie

- ❖ Metodologia de Management al riscurilor – POCA, Instrumente structurale 2014-2020.
- ❖ Managementul riscurilor organizaționale o abordare procesuală aplicativă – E.Crișan, Cătălina C. Mitra, Cătălin A. Zevoianu, R. Stegorean.
- ❖ Project Management Institute. Ghid pentru corpul de cunoștințe de management de proiecte (PMBOK), a 4-a ed. Newtown Square: Institutul de Management de Proiect;2008
- ❖ Wang MT, Chou HY, Alocarea riscurilor și gestionarea riscurilor proiectelor de autostrăzi din Taiwan, J Manage Eng 2003;19(2):6068.
- ❖ Chopman C, Ward S. Managementul riscului de proiect: proces, tehnici și perspective, a 2-a ed., 2003

PREMII

Premiul	Numele și prenumele autorului/autorilor	Instituția de învățământ	Titlul lucrării	Îndrumător/îndrumători
I	Luxina BĂLAN Petra MARCU Irina ONICAȘ	UTCN Facultatea de Construcții	Mortare de tencuială cu cenușă din zaț de cafea	Claudiu ACIU Elena JUMATE
II	Maria Letizia DALL'ARA Alexandra DAVID	UTCN Facultatea de Construcții	Analizarea și studierea posibilității reutilizării deșeurilor de cauciuc, sticlă și scoici în compoziția unor mortare	Luminița PLEȘA
III	Diana-Gabriela ROTARIU Sinziana BEȘLIU Tudor-Ioan MIHĂILĂ	TUIAȘI Facultatea de Construcții și Instalații	Reducerea încărcărilor permanente ale acoperișului tip terasă verde	Dorina Nicolina ISOPESCU Ioana Roxana BACIU
Mențiune	Victoria BRAGA	UTCN Facultatea de Construcții	Metode de reabilitare a clădirilor istorice	Luminița PLEȘA
Mențiune Specială	Raul Alexandru SCHEK Mario Alessandro ULICI Gabriel Valentin POP Apor PORTIK	UORADEA Facultatea de Construcții, Cadastru și Arhitectură	Acoperișuri verzi – grădini urbane în mediul construit	Anca Maria DURGHEU
Mențiune Specială	Maria Elena TONEA	UTCN Facultatea de Construcții	Managementul Riscului în proiecte de construcții	Sorina CIPLEA



Sesiunea Națională de Comunicări Științifice Studențești
Cluj-Napoca 12-13 Mai 2023



Comisia 2
INGINERIA INSTALAȚIILOR

1. Conf.dr.ing. Carmen MÂRZA – președinte
2. Conf.dr.ing. Călin CIUGUDEAN
3. Sef I.dr. ing. Anca HOȚUPAN
4. Sef I.dr.ing. Raluca MOLDOVAN
5. Sef I.dr.ing. Octavian POP
6. Student Andrei POCLITAR
7. Student Ioan COMAN



CERCETĂRI EXPERIENTIALE PRIVIND DETERMINAREA TOTALULUI SOLIDELOR DIZOLVATE (TDS) DIN APELE POTABILE

Autori

Thomas-Cristian CĂLĂCEAN*, Mihai-Nicolae VINTILĂ

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

¹Facultatea de Inginerie a Instalațiilor, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Cluj Napoca, mvintila997@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 rezultatele cercetărilor experimentale privind determinarea totalului solidelor dizolvate (TDS) din diferite eșantioane de ape potabile. Potrivit rezultatelor cercetărilor experimentale, probele de apă supuse analizei se caracterizează prin diferite grade de mineralizare.*

1. Introducere

Totalul solidelor dizolvate (TDS) este o măsurătoare a conținutului combinat al tuturor substanțelor anorganice și organice conținute într-un lichid aflat sub formă moleculară, ionizată sau de microgranule suspendate (coloidale de sol).

Apa poate fi clasificată în funcție de nivelul TDS din apă astfel:

- Apă proaspătă: mai puțin de 500 mg/L TDS=500 ppm
- Apă sărată: 500 la 30.000 mg/L TDS=500-30 000 ppm
- Apă salină: 30.000 la 40.000 mg/L TDS=30 000-40 000 ppm
- Hipersărată: mai mult de 40.000 mg/L TDS>=40 000 ppm

2. Tipuri de solide identificate în apele potabile și în apele uzate

Tipurile de solide identificate în apele potabile și în apele uzate sunt:

- ❖ Solide Totale (TS)
- ❖ Solide Volatile Totale (TVS)
- ❖ Solide Fixe totale (TFS)
- ❖ Solide în Suspensie Totale (TSS)
- ❖ Solide în Suspensie Volatile (VSS)
- ❖ Solide în Suspensie Fixe (FSS)
- ❖ Solide Dizolvate Totale (TDS)
- ❖ Solide Dizolvate Volatile (VDS)
- ❖ Solide Dizolvate Fixe Totale (FDS)
- ❖ Solide Sedimentabile

Solidele totale (TS), reprezintă reziduul după ce o probă de apă uzată a fost evaporată și uscată la o temperatură specifică.



Solidele volatile totale (TVS), reprezintă acele solide care pot fi volatilizate și arse afară când TS sunt incinerate.

Solidele fixe totale (TFS), reprezintă reziduul care rămâne după ce TS sunt incinerate.

Solidele în suspensie totale (TSS), reprezintă cantitatea din TS reținută pe un filtru, cu o mărime specificată a porilor, măsurată după ce a fost uscată la o temperatură specifică.

Solidele în suspensie volatile (VSS), reprezintă acele solide ce pot fi volatilizate și arse afară când TSS sunt incinerate.

Solidele în suspensie fixe (FSS), reprezintă reziduul care rămâne după ce TSS sunt incinerate.

Solidele dizolvate totale (TDS), reprezintă acele solide care trec prin filtru, și sunt apoi evaporate și uscate la o temperatură specifică. Trebuie de notat că ce este măsurat ca TDS este compus din solidele coloidale și cele dizolvate.

Solidele dizolvate volatile (VDS), reprezintă acele solide ce pot fi volatilizate și arse afară când TDS sunt incinerate.

Solidele dizolvate fixe totale (FDS), reprezintă reziduul care rămâne după ce TDS sunt incinerate.

Solidele sedimentabile, reprezintă solidele în suspensie, exprimate ca mililitri pe litru, care se vor sedimenta afară din suspensie într-o perioadă specifică de timp.

În Figura 1 se prezintă tipurile de solide descoperite în apele potabile.

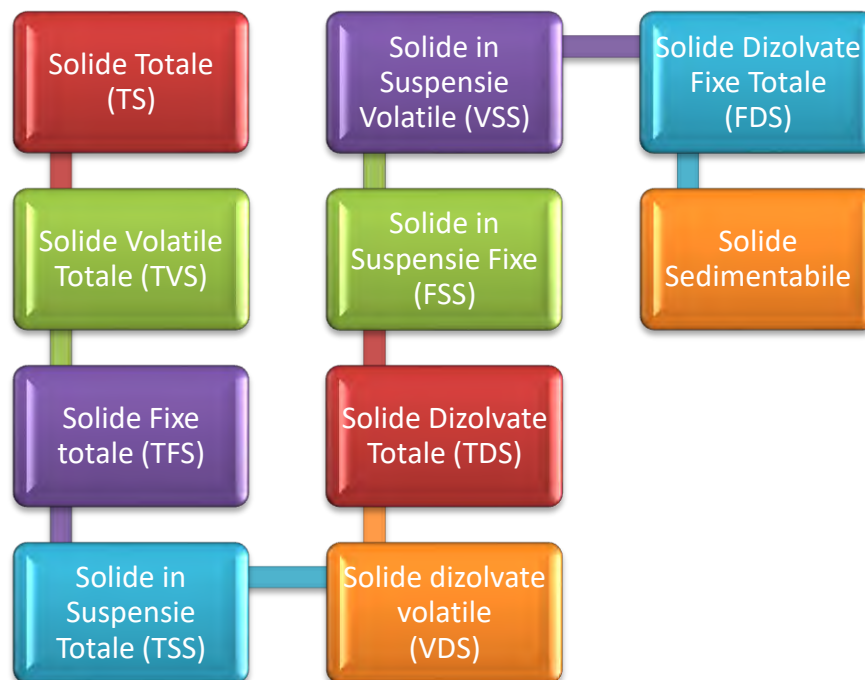


Figura 1. Tipuri de solide în apele potabile

3. Material și metodă

Cele două principale metode de măsurare a totalului solidelor dizolvate sunt: analiza gravimetrică și conductivitatea. Metoda Gravimetrică este cea mai precisă și implică evaporarea lichidului solvent și măsurarea masei de reziduuri rămase. Această metodă este în general, cea mai



bună, deși este consumatoare de timp. Dacă sărurile anorganice sunt predominante în totalul solidelor dizolvate, metoda gravimetrică este adecvată.

Aparatul de măsură TDS arată cantitatea de solide dizolvate într-o cantitate de 1 litru de apă. Unitatea folosită de cele mai multe aparate TDS, este particule per milion (ppm). De exemplu o valoare de 1 ppm indică faptul că există 1 miligram de substanțe solide anorganice dizolvate în fiecare 1 litru de apă.

Substanțele solide organice dizolvate, cum ar fi zahărul nu afectează conductivitatea unei soluții, deci prin urmare ele nu pot fi măsurate cu aparatul TDS.

Un aparat de măsură TDS este un mod excelent de a testa în mod regulat apa consumată, dar și performanțele atinse de aparatul de filtrare folosit. Dacă observați că valorile arătate de aparatul TDS încep să crească la apa care trece prin sistemul de purificare al apei, înseamnă că e timpul să schimbați filtrele.

O valoare mare pe aparatul de măsură TDS reprezintă o apă care poate fi neplăcută la gust, o apă cu gust sărat, metallic sau amar. În urma acestor teste am alcătuit un tabel cu rezultatele.

Considerăm că pentru validarea acestor date ar fi necesară atât o verificare metrologică a aparatului cât și contactarea unui laborator de specialitate.

Determinarea solidelor dizolvate totale (TDS), pe baza analizei chimice a apei, se poate realiza și prin parcurgerea următoarelor etape:

1. Se însumează concentrațiile tuturor cationilor, exprimate în (mg/L) sau (ppm), identificate în urma analizei chimice a apei.
2. Se însumează concentrațiile tuturor anionilor, exprimate în (mg/L) sau (ppm), identificate în urma analizei chimice a apei.
3. Determinarea solidelor dizolvate totale (TDS), se va realiza prin însumarea concentrațiilor tuturor cationilor și ale anionilor, exprimate în (mg/L) sau (ppm), identificate în urma analizei chimice a apei.

Pentru determinarea conductivității electrice a probelor de apă, este nevoie de:

- Pahare Erlenmeyer;
- Conductometrul portabil, model ORION 3 STAR SERIES METER (THERMO ELECTRON CORPORATION);
- Apă purificată deionizată, purificată prin metode specifice (este o apă din care s-au eliminat mineralele și microorganismele);
- Probele de apă supuse determinării experimentale a conductivității electrice

4. Rezultate

Valorile TDS exprimate în mg/L după efectuarea experimentului sunt următoarele:

- Proba 1: TDS=52 mg/L
- Proba 2: TDS=41 mg/L
- Proba 3: TDS=46 mg/L
- Proba 4: TDS=43 mg/L
- Proba 5: TDS=49 mg/L
- Proba 6: TDS=42 mg/L



$$\text{TDS mediu (mg/L)} = (52 + 41 + 46 + 43 + 49 + 42) / 6 = 45,5 \text{ (mg/L)}$$

În Figura 2 se reprezintă un grafic ce conține rezultatele TDS-ului în urma experimentului asupra celor 6 probe.

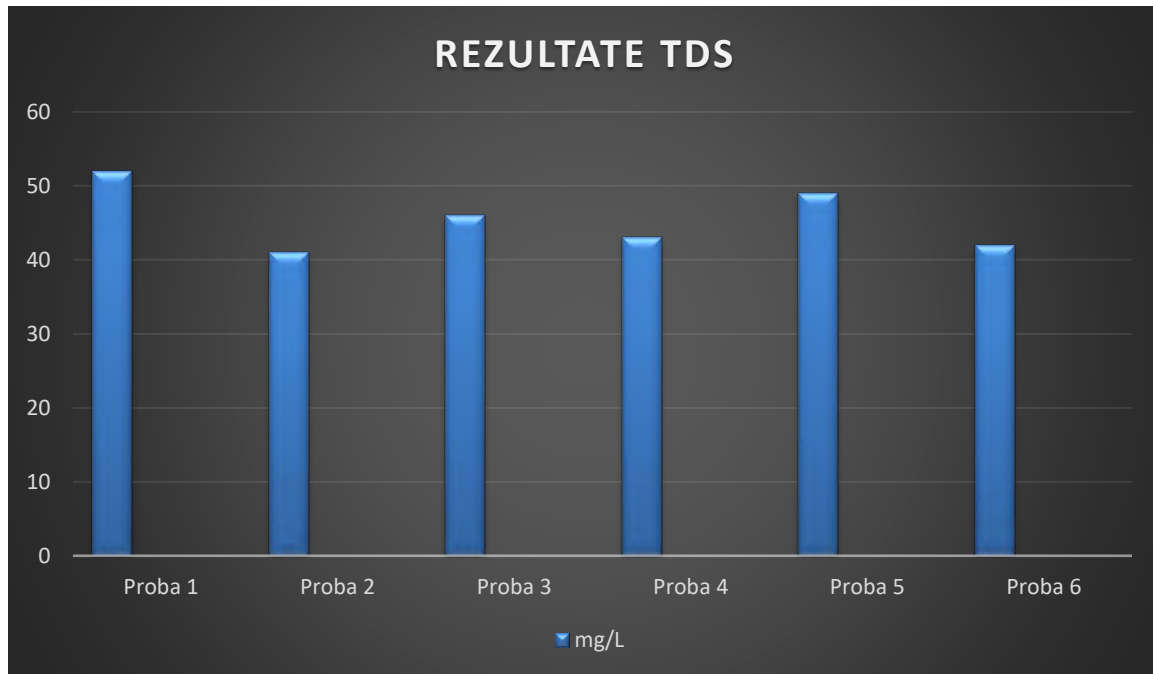


Figura 2. Rezultate TDS după experiment

5. Concluzii

Conform experimentelor realizate, putem concluziona faptul că diferite tipuri de ape potabile au un conținut diferit de TDS, astfel și gradul lor de mineralizare variază.

BIBLIOGRAFIE

1. https://ro.wikipedia.org/wiki/Totalul_solidelor_dizolvate
2. Iluțiu – Varvara D.A., *Chimie aplicată*. Editura UTPRESS Cluj-Napoca, 2023
3. <http://www.topfiltreapa.ro/total-solide-dizolvate---tds>
4. <https://www.clack.ro>



STUDIU PRIVIND PROPRIETĂȚILE MATERIALELOR CERAMICE CU APLICABILITATE ÎN DOMENIUL INGINERIEI INSTALAȚIILOR

Autori

Raluca-Alexandra COLCERIU^{1*}, Alexandra-Ștefania NEMETI¹

¹Facultatea de Inginerie a Instalațiilor, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Cluj Napoca,
colceriu.alexandra@yahoo.com

¹Facultatea de Inginerie a Instalațiilor, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Cluj Napoca,
nemetialexandra2003@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: *Materialele ceramice reprezintă o clasă de solide anorganice, nemetalice (mai rar pot avea și constituenți metalici), obținute la temperaturi înalte, la care are loc sintetizarea, vitrificarea sau topirea lor, urmate de răcirea și consolidarea produsului, pentru a deveni corespunzător pentru utilizare. Lucrarea prezintă un studiu referitor la proprietățile generale ale materialelor ceramice cu aplicabilitate în domeniul ingineriei instalațiilor.*

Cuvinte cheie: materiale ceramice, ceramica utilitară, ceramica vitrificată.

1. Introducere

Materialele ceramice sunt materiale anorganice care rezultă din combinația unui număr de elemente metalice cu elemente nemetalice. Inițial termenul de ceramic făcea referire la oxizi, ulterior aici au fost incluse și alte combinații de atomi: carburile sau nitrurile [1].

Se disting trei etape ale dezvoltării ceramicii:

- ceramica utilitară;
- ceramica de artă;
- ceramica industrială.

Factorii care diferențiază materialele ceramice sunt: natura materialului ceramic, compoziția chimică și arderea [2].

În figura 1 sunt prezentate tipuri de materiale ceramice: cărămizi, porțelan și ceramică vitrificată.



Figura 1. Materiale ceramice: cărămizi, porțelan și ceramică vitrificată [3,4,5].

În figura 2 sunt prezentate exemple de materiale ceramice.

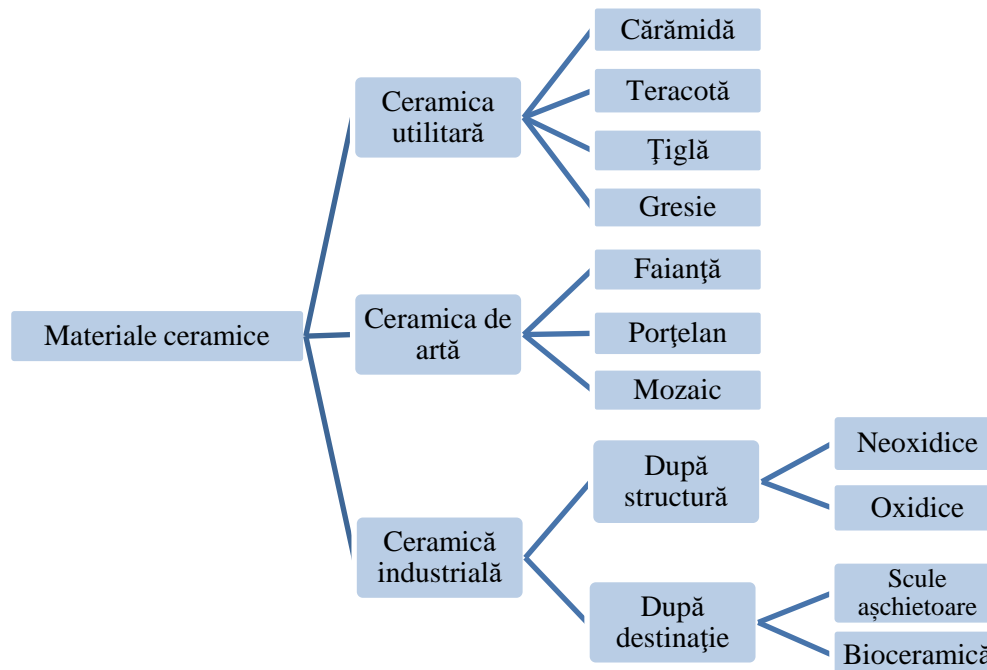


Figura 2. Tipuri de materiale ceramice.

2. Proprietățile materialelor ceramice

Proprietățile mecanice ale ceramicelor cristaline și necristaline, sunt legate de fragilitatea la temperatura ambiantă. Această fragilitate are două cauze majore:

- mobilitatea extrem de redusă a dislocațiilor sau absența planelor de alunecare la materiale cristaline, cauzate de legăturile interatomice predominante;
- imposibilitatea moleculelor de a se deplasa la temperaturi mai mici decât cea de amorfizare;

Proprietățile termice ale ceramicelor sunt determinate de existența legăturilor covalente sau ionice, la care conducția căldurii se realizează prin intermediul undelor elastice. Valorile ridicate ale modulului de elasticitate împreună cu coeficienții mici de dilatare termică, fac din ceramice, materiale care la șocuri termice manifestă scăderi ale rezistenței la rupere, atunci când se ating valori critice ale variației de temperatură.

Proprietățile electrice ale ceramicelor sunt legate de conductivitatea electrică, motiv pentru care majoritatea lor sunt:

- izolatori;
- semiconductori;
- conductori sau supraconductori.

Proprietățile electrice și magnetice ale materialelor ceramice variază de la izolatori la supraconductori, piezoelectrice și feromagnetice [6].

Proprietățile fizice caracterizează natura materialelor ceramice, cele mai importante fiind:

- densitatea este mai mică cu 50% decât cea a metalelor;
- temperatura de topire este ridicată, de multe ori depășind-o pe cea a materialelor metalice refractare;
- conductibilitatea termică este mai scăzută decât a metalelor;
- coeficientul de dilatare liniară este mai mic decât a metalelor [7].

În figura 3 sunt prezentate proprietățile generale ale materialelor ceramice.

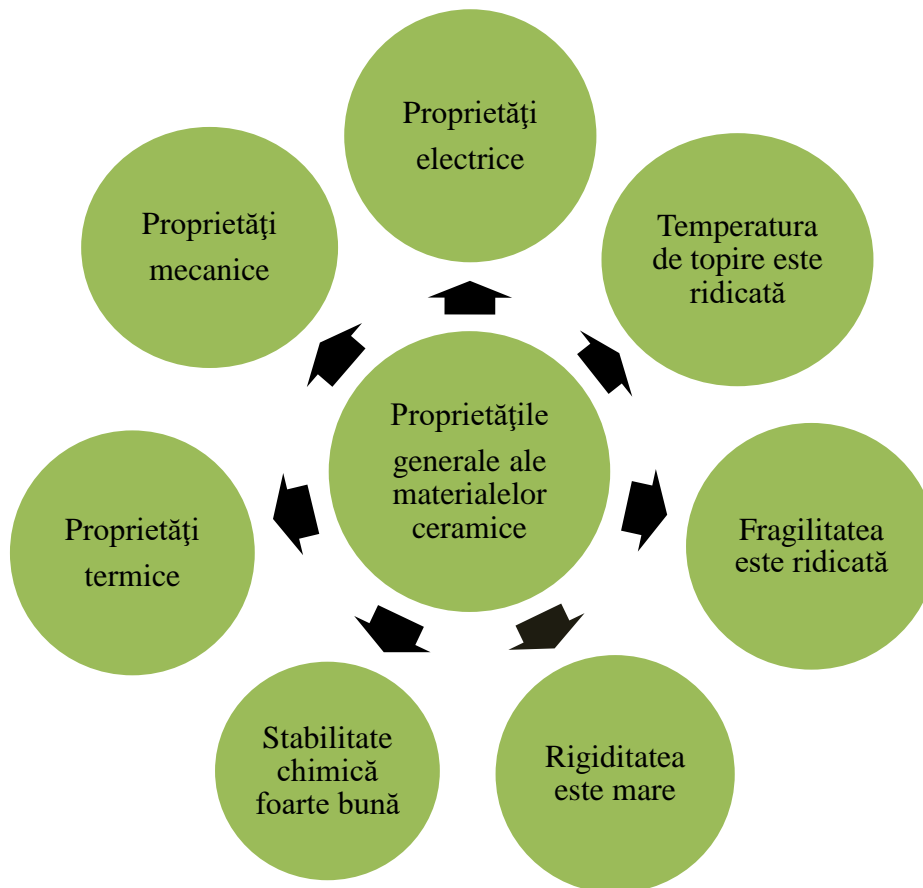


Figura 3. Proprietățile generale ale materialelor ceramice.

2.1 Proprietățile generale ale materialelor ceramice

Proprietățile generale ale materialelor ceramice sunt:

- rafractaritate (rezistența mecanică la temperaturi înalte);
- rezistența la coroziune este foarte mare;
- conductibilitatea termică este mai scăzută decât la metale;
- rigiditatea este mare datorită legăturilor atomice puternice;
- duritatea și rezistența la uzură sunt foarte mari la temperaturi ridicate;
- coeficientul de dilatare este mai mic decât cel al metalelor;
- elasticitatea, plasticitatea și tenacitatea sunt foarte scăzute;
- fragilitatea este ridicată, ceramicele distrugându-se fără deformare plastică;
- conductibilitatea electrică este mai scăzută întrucât legăturile ionice și covalente implică toți electronii de valență;
- capacitatea de a rezista la temperaturi scăzute fără a se deteriora;
- densitatea redusă [7].



3. Analiza comparativă a proprietăților generale ale materialelor ceramice cu aplicabilitate în domeniul ingineriei instalațiilor

În tabelul 1 sunt prezentate avantajele și dezavantajele materialelor ceramice.

Tabelul 1. Analiza comparativă a proprietăților generale ale materialelor ceramice [6,7].

Denumire	Avantaje	Dezavantaje
Ceramica vitrificată	-robustețea conductelor (conductele nu se deformează în timp); -hidraulică bună; -rezistența la eroziune; -rezistența la temperaturi ridicate.	-rezistența la compresiune scăzută; -rezistența la încovoiere scăzută.
Ceramicele de tip carbură de siliciu	-au capacitatea de a-și păstra conductivitatea electrică până la temperaturi de 1500°C; -sunt utilizate la: executarea electrozilor pentru cuptoare electrice și construcția de dialtometre.	-rezistența la compresiune scăzută.
Ceramicele pe bază de titanat de bariu	-sunt folosite la executarea de grile, condensatori, ferite și elemente piezoelectrice; - rezistența la coroziune.	-rezistența la rupere scăzută; -rezistența la torsiune scăzută.

3.1 Aplicabilitatea materialelor ceramice în domeniul ingineriei instalațiilor

Materialele ceramice sunt utilizate la:

- fabricarea obiectelor sanitare: chiuvete, căzi, bideuri;
- fabricarea altor obiecte sanitare din ceramică.

Ceramica vitrificată este utilizată pentru fabricarea:

- țevilor ceramice vitrificate pentru santuri deschise;
- țevilor ceramice vitrificate pentru reabilitare;
- țevilor vitrificate pentru drenaj;
- țevilor ceramice de tip T;
- conductelor;
- fitingurilor pentru cămine;
- fitingurilor conectoare;
- adaptoarelor, reductelor, mufelor [6].

Utilizarea țevilor ceramice pentru conducte și rețele de canalizare:

Rețelele de canalizare sunt așezate în sol, unde sunt supuse unor sarcini dinamice semnificative. Având duritate și rezistență ridicată la eforturi mecanice, ceramica elimină apariția fisurilor sau fracturilor în timpul funcționării. Spre deosebire de plastic și fontă, ceramica nu este expusă la schimbări bruște de temperatură. Acest lucru asigură integritatea conductelor de canalizare ceramică indiferent de indicatorii de temperatură ai mediilor exterioare sau interne [8].

4. Avantajele și dezavantajele utilizării materialelor ceramice

În figura 4 sunt prezentate avantajele generale ale materialelor ceramice.

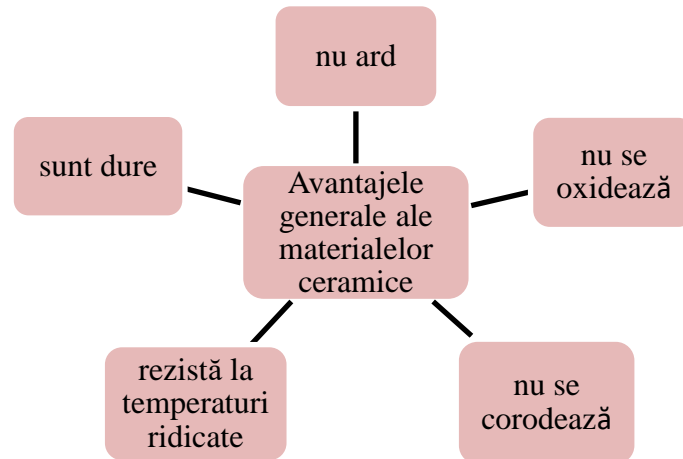


Figura 4. Avantajele generale ale materialelor ceramice.

În figura 5 sunt prezentate dezavantajele generale ale utilizării materialelor ceramice.

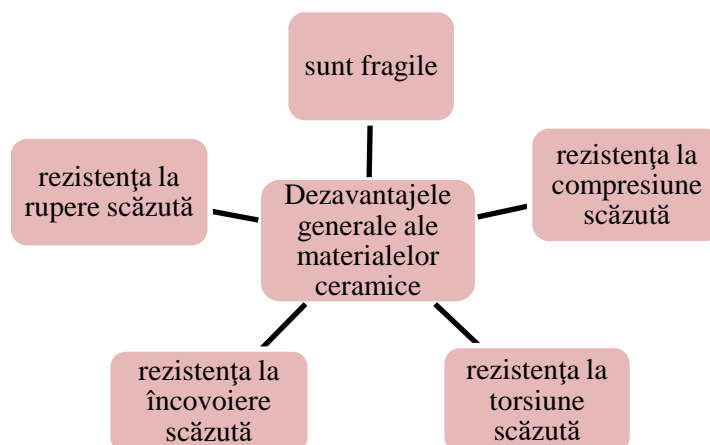


Figura 5. Dezavantajele generale ale materialelor ceramice.



5. Concluzii

Potrivit analizei comparative a proprietăților materialelor ceramice se poate concluziona faptul că la alegerea materialelor pentru diferite tipuri de instalații se impune o bună cunoaștere a proprietăților acestora. Materialele ceramice sunt utilizate la fabricarea obiectelor sanitare, cele de tipul oxidului de aluminiu sunt folosite la obținerea termocuplelor. Ceramicele de tip carbură de siliciu se folosesc la executarea electrozilor pentru cuptoare electrice, iar ceramicele pe bază de titanat de bariu sunt folosite la executarea de grile.

BIBLIOGRAFIE

1. Baci M., *Știința și ingineria materialelor Partea I*. Editura Tehnopress, Iași, 2004.
2. <https://www.studocu.com/ro/document/universitatea-ovidius-constantinopol/chimie/materiale-ceramice/16913874> (accesat la data de 07.04.2023).
3. <https://www.softblog.eu/2020/01/la-ce-se-folosesc-materialele-ceramice/> (accesat la data de 07.04.2023).
4. <https://www.wienerberger.ro/> (accesat la data de 07.04.2023).
5. <https://www.aps-romania.ro/ro/game/1203335-Ceramica-vitrificata> (accesat la data de 07.04.2023).
6. Iluțiu – Varvara D.A., *Materiale de instalații*. Editura U.T. PRESS, Cluj – Napoca, 2020.
7. https://www.academia.edu/35600881/Materiale_Ceramice_de_Ultima_Generatie (accesat la data de 07.04.2023).
8. <https://pipe.bigbadmole.com/ro/kanalizacionnye/truby-keramicheskije-kanalizacionnye.html> (accesat la data de 07.05.2023).



EFICIENTIZAREA SISTEMULUI DE ILUMINAT PENTRU AEROPORTUL „AVRAM IANCU” DIN CLUJ-NAPOCA

Autori

Theodor R. CONȚOLENCU , Maxim T. TOFAN,

¹Facultatea de Inginerie a Instalațiilor , Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca , tcontolencu@yahoo.ro

¹Facultatea de Inginerie a Instalațiilor , Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca , tofان_max18@yahoo.com

Îndrumător

Conf. Dr. Ing. Dorin D. BEU

Facultatea de Inginerie a Instalațiilor , Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca , dorin.beu@insta.utcluj.ro

REZUMAT:

Prin proiectul european OLGA “Holistic Green Airport” se urmărește eficientizarea consumului de energie electrică pentru 4 aeroporturi din Europa: Aeroportul „Charles de Gaulle” din Paris, Aeroportul din Zagreb, Aeroportul „Malpense” din Milan și Aeroportul „Avram Iancu” din Cluj-Napoca. Pentru realizarea acestui obiectiv este propusă schimbarea iluminatului actual, iluminat pe baza de lămpi cu descărcări și tuburi fluorescente, cu un iluminat modern bazat pe LED-uri. În urma măsurătorilor realizate în luna mai a anului 2022 la aeroportul din Cluj-Napoca s-a constatat că actualul sistem de iluminat nu respectă standardele impuse de SR EN 12464-2021.

In cadrul lucrării este propusă realizarea unui studiu de reabilitare a sistemului de iluminat și posibile soluții de control al iluminatului care să conducă la eficientizarea consumului energetic pentru terminalele sosiri și plecări ale Aeroportului din Cluj-Napoca.

Cuvinte cheie: Senzori iluminare suprafață, eficiență energetică, emisii CO₂, costuri energie.

1. Introducere

Proiectul european “Holistic Green Airport” (OLGA) se bazează pe o abordare integrată și a început la 1 octombrie 2021. Acesta va dezvolta măsuri durabile inovatoare pentru reducerea emisiilor atât din partea aeriană, cât și din partea terestră, îmbunătățind în același timp eficiența energetică, calitatea aerului, biodiversitatea și gestionarea deșeurilor [1]. Aceste soluții sprijină ambiția Uniunii Europene (UE) privind neutralitatea carbonului și vizează îmbunătățirea calității vieții. Cu deviza momentului SDG din septembrie 2022: **“Timpul se scurge. Trebuie să terminăm lista de lucruri de făcut din lume.”**, ONU depune eforturi substanțiale pentru a respecta Agenda 2030 [2].



Figura 1. Angajamentele OLGA se aliniază direct cu 9 din 17 Obiective de Dezvoltare Durabilă ale Națiunilor Unite.

În primul trimestru al acestui an Aeroportul Internațional “Avram Iancu” a înregistrat peste 600.000 de pasageri și se estimează că va atinge pragul de 1 milion de pasageri cu o lună mai devreme decât anul precedent [3]. Numărul de pasageri prezintă un caracter ascendent depășind 2 milioane de pasageri pe an, ceea ce implică căutarea unor soluții de modernizare și extindere cum este și proiectul semnat în luna februarie prin care se dorește extinderea terminalului plecări cu 7200 mp [4].

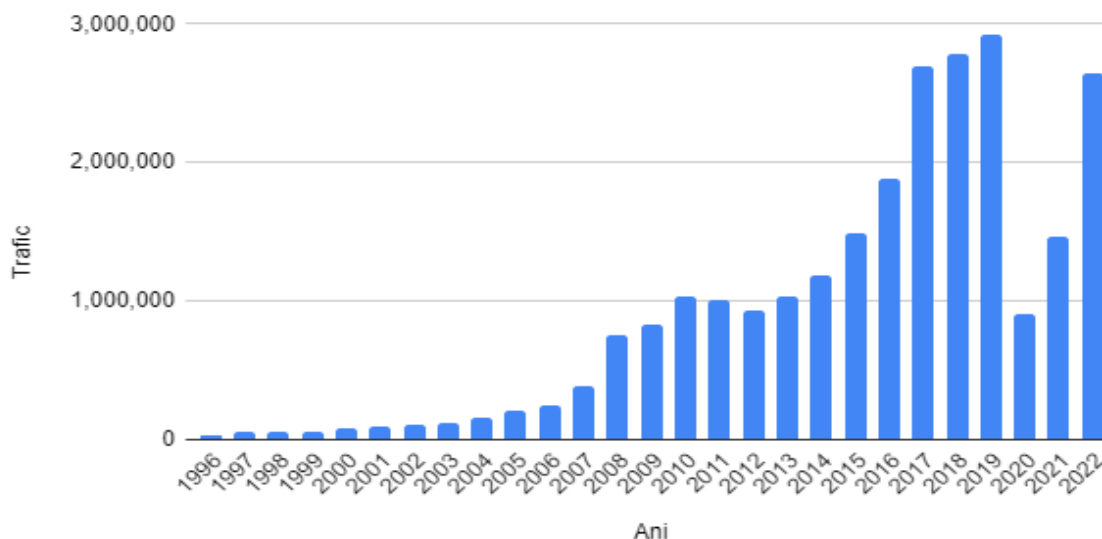


Figura 2. Grafic evoluție număr de pasageri

O construcție de o asemenea importanță vine la pachet cu un consum ridicat de energie electrică fapt care i-a generat o problemă imensă în luna octombrie a anului 2022, o factură de 1 milion de lei pentru energie, o cheltuială insuportabilă din fonduri proprii [5]. Prețul energiei în continuă creștere și consumul tot mai mare de la an la an al aeroportului duc inevitabil la întrebarea “Cum putem reduce factura?”.

2. Situația existentă

În acest moment sistemul de iluminat interior (cu excepția zonei modernizată aferentă porților de îmbarcare B5, B6) este alcătuit din aparate de iluminat care au ca sursă de lumină lămpi fluorescente, lămpi cu vapori de sodiu la presiune înaltă și halogenuri metalice. Puterea electrică cerută de sistemul de iluminat este de 155 KW fiind repartizată pe aproximativ 1500 aparate de iluminat. Comanda iluminatului se efectuează de personalul instruit în acest sens.

Probleme detectate:

Deoarece iluminatul a cunoscut o dezvoltare accentuată în ultimele decenii și legislația în această ramură a suferit diverse modificări și actualizări care reglementează mai mulți parametri lumino-tehnici cum ar fi nivelul de iluminare, uniformitatea luminii, indicele de orbire (UGR) sau eficacitatea aparatelor de iluminat iar în prezent este în vigoare standardul European SR EN 12464-2021 care ne face să înțelegem că la momentul punerii în funcțiune a sistemului de iluminat era imposibilă sincronizarea cu normativele și standardele din prezent, de asemenea și tehnologia disponibilă era mult inferioară celei actuale.



Lipsa unui sistem de control menține consumul de energie constant la nivel maxim și se risipește o bună parte din energie care ar putea fi redusă cu un sistem de control care să controleze spațiile funcție de nivelul de iluminare natural și de prezența. O altă problemă este folosirea lămpilor cu halogenuri metalice, deoarece aceste lămpi pornesc greu iar în caz că se întrerupe alimentarea repornirea lor se face după aproximativ 15 minute.

În luna mai a anului 2022 am participat la campania de măsurări de la Aeroportul Internațional “Avram Iancu” din Cluj-Napoca. Măsurările au fost făcute cu un spectrofotometru optic GL SPECTIS 1.0 (Figura 3) și un luxmetru digital (Figura 4).



Figura 3. Spectrofotometru optic GL SPECTIS 1.0



Figura 4. Luxmetru digital

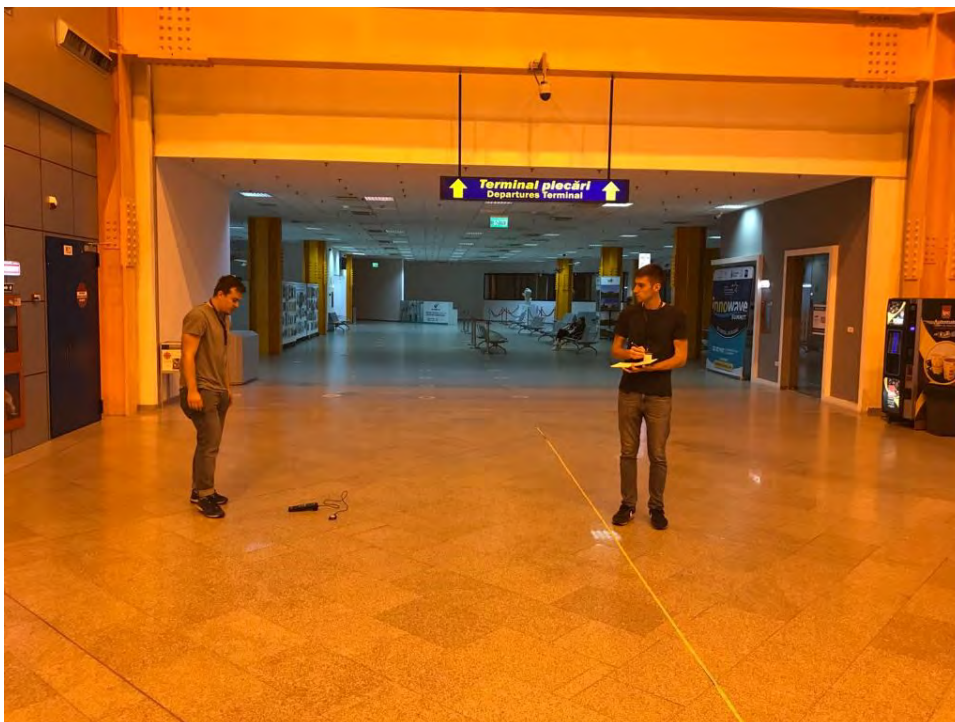


Figura 5. Participare la campania de măsurări



În urma măsurărilor s-au constatat următoarele:

- Foarte multe spații au nivelul de iluminare sub pragul considerat necesar și impus prin standardul SR EN 12464-2021. Având în vedere importanța activităților desfășurate la aeroport este strict necesar să se asigure o iluminare corespunzătoare mai ales în zona verificărilor vamale și de securitate unde o greșeală poate periclita viața multor persoane. În *Tabel 1* am centralizat măsurările efectuate și vă prezentăm o parte din ele. Observăm că valorile actuale sunt și cu de 4 ori mai mici decât valorile cerute (ex. Poarta B2 pe suprafața mobilierului de birou) fapt care duce la o iluminare necorespunzătoare și insuficientă pentru activitățile desfășurate.
- În spațiile cu acces pentru public există un procent de 11.23% aparate de iluminat nefuncționale sau parțial funcționale (aparate de iluminat cu tuburi fluorescente). Deoarece tuburile fluorescente conțin mercur care este toxic, deșeurile trebuie depozitate în locuri special amenajate.
- Coeficientul minim de redare a culorilor necesar pentru toate spațiile este 80, din măsurători rezultă că este peste 70 în mare parte cu excepția Holului de acces din terminalul sosiri unde redarea culorilor este foarte proastă fiind între 11 și 13 datorită lămpilor cu sodiu.
- Temperatura de culoare este cuprinsă în intervalul 2014 K și 9115 K, sursele fiind combinate uneori chiar în același aparat de iluminat.

Tabel 1. Centralizator cu o parte din măsurătorile efectuate

Nume spațiu		Măsurători					Valori referință SR EN 12464 2021				
		E_{min} (lx)	E_m (lx)	U_0	R_a	Temperatură de culoare(K)	Tipul de zonă, sarcină sau activitate	E_m (lx) nec.	E_m (lx) modif.	U_0	R_a
PLECĂRI	Control bagaje	99	180	0.55	80.7	7387	Zona de control de securitate	300	500	0.6	80
	În drept cu poarta B5 la mijlocul sălii de așteptare	64	115	0.56	88.4	6423	Săli de sosire și plecare, zone de preluare a bagajelor	200	300	0.4	80
	Intre lămpile în sala de așteptare	75	150	0.50	81.2	7689	Săli de sosire și plecare, zone de preluare a bagajelor	200	300	0.4	80
	Poarta B2 check-in desk	70	135	0.52	77	9115	Birouri de control vamal și pașapoarte	500	750	0.7	80
	În drept cu poarta B4 la mijlocul sălii de așteptare	87	165	0.53	79	7950	Săli de sosire și plecare, zone de preluare a bagajelor	200	300	0.4	80
	WC	276	418	0.66	77.8	9019		0	0	0	0
	Iluminare verticală WC	-	550	-	77.8	9019		0	0	0	0
	Sus la porțile B5,B6 în centrul sălii	201	390	0.52	71.6	2944	Săli de sosire și plecare, zone de preluare a bagajelor	200	300	0.4	80
	Poarta B5-B6 check-in desk	362	606	0.60	71.6	2940	Birouri de control vamal și pașapoarte	500	750	0.7	80
	Lounge etaj teșgia recepție	271	360	0.75	79.7	2947	Zona de așteptare	200	300	0.4	80
	Plecări interne poarta A1	82	116	0.71	77.9	8960	Săli de sosire și plecare, zone de preluare a bagajelor	200	300	0.4	80
	Check-in pe pardoseală	70	126	0.56	90	2693	Săli de sosire și plecare, zone de preluare a bagajelor	200	300	0.4	80







	Check-in desk 1-12	116	172	0.68	90	2693	Zona de control de securitate	300	500	0.6	80
	Corp legătură terminale	52	130	0.40	75.7	6368	Zone de legătură	150	200	0.4	80
SOSIRI	Terminal sosiri, hol acces	156	317	0.49	11.3	2014	Săli de sosire și plecare, zone de preluare a bagajelor	200	300	0.4	80
	Sală conferință pe suprafața mobilierului	194	218	0.89	75.9	6593	Sali de conferință	500	1000	0.6	80
	Sală conferință iluminare verticală	-	130	-	75.9	6593	Sali de conferință	-	-	-	-
	Birou serviciu tehnic	140	154	0.91	77.8	6650	Spatii de birouri	500	1000	0.6	80
	Hol lângă serviciul tehnic	113	146	0.78	80.4	8463	Coridoare, Holuri	100	150	0.4	40

3. Situația propusă

Situația propusă constă în înlocuirea tuturor aparatelor de iluminat actuale cu un sistem de iluminat bazat pe tehnologie LED de ultimă generație. Fiecare corp este dotat cu module DALI (interfață digitală adresabilă pentru iluminat) care permit controlul cu ajutorul unui sistem de automatizare bazat pe protocolul de comunicare KNX. Având în vedere uniformitatea care este bună în cele mai multe spații am făcut o simulare cu ajutorul programului DIALux Evo 11 în care am poziționat aparatele noi în locul celor vechi în majoritatea spațiilor fără a aduce alte modificări structurale, dar în încăperile unde valorile calculului lumino tehnic nu au fost conforme standardului european SR EN 12464-2021 am suplimentat numărul de aparate de iluminat. În următorul tabel prezint aparatele de iluminat folosite și specificațiile lor de performanță.

Tabel 2. Lista aparatelor de iluminat cu specificațiile tehnice folosite în simulare

Tip	Imagine	Φ (Lampă) [lm]	Φ (Corp de iluminat) [lm]	η [%]	P [W]	Eficiența luminoasă [lm/W]	CCT	CRI
43 Aparat de iluminat montat aparent		2250	2250	100.00	18.4	122.3	4000 K	80
228 Aparat de iluminat montat suspendat		9800	9800	100.00	62.0	158.1	4000 K	80
1282 Aparat de iluminat montat încadrat		4970	4970	100.00	32.5	152.9	4000 K	80
56 Aparat de iluminat montat aparent		5040	5040	100.00	33.0	152.7	4000 K	80



Un exemplu de îmbunătățire a valorilor fotometrice este poarta B2 unde după cum se poate observa în Figura 6, iluminarea medie pe suprafața de lucru (birou verificare pașapoarte) este deficitară fiind doar de 135 lx fiind necesară o iluminare de minim 500 lx. În urma simulării cu noile aparate s-au îndeplinit condițiile impuse de standardele în vigoare, se poate observa în figurile de mai jos.

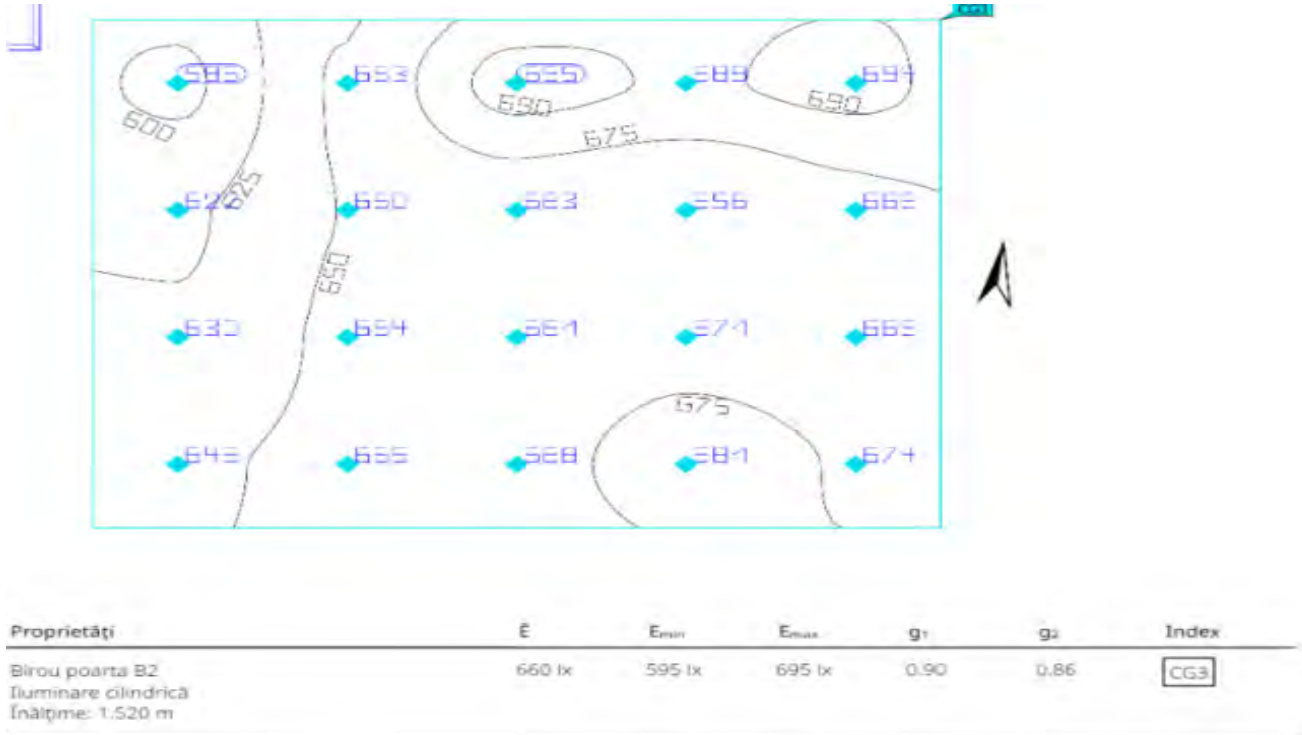


Figura 6. Rezumat suprafață de calcul poarta B2



Figura 7. Imagine DIALux cu modelarea pentru poarta B2

Sistemul de control al iluminatului

Aparatele de iluminat sunt dotate cu module DALI care permit comunicarea și controlul aparatelor. În toate spațiile care dispun de ferestre sau luminatoare au fost amplasați senzori care detectează nivelul de iluminare pe suprafețe și trimit semnale centrului de comandă pentru a menține iluminarea minim necesară. În încăperile cu trafic de pasageri s-au prevăzut și senzori de prezență pentru a putea controla spațiile mari pe zone de ocupare. În grupurile sanitare am amplasat senzori de mișcare care să mențină lumina pornită doar când sunt folosite. Conform protocolului de comunicare KNX este necesară cablarea suplimentară cu un cablu $2 \times 1.5 \text{ mm}^2$ pentru comandă. Deoarece LED-urile la pornire pot să absoarbă curenți de până la 250 de ori curentul nominal funcție de punctul unde se află sinusoida intensității curentului, este necesar ca pentru pornire să se folosească contactoare iCT+ sau iTL+ care întârzie pornirea pentru câteva milisecunde până când valoarea amplitudinii este 0 [6].

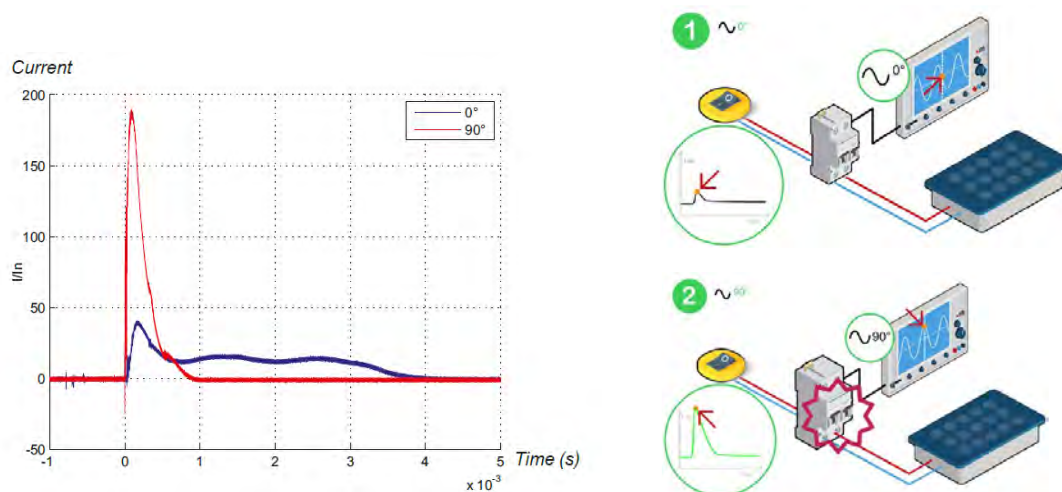


Figura 8. Grafic curent la pornire LED-uri

4. Concluzii

În această lucrare ne-am concentrat atenția pe găsirea și analizarea problemelor la sistemul de iluminat interior actual precum și propunerea unei soluții tehnico-economice care să îmbunătățească sistemul de iluminat interior al Aeroportului “Avram Iancu” din Cluj-Napoca având ca scop final respectarea reglementărilor din domeniu care se axează pe siguranță și confort atât a pasagerilor cât și a angajaților. De asemenea se urmărește și reducerea costurilor de operare, un efect pozitiv asupra sănătății angajaților și creșterea productivității. Totodată un alt factor important luat în considerare este emisia de CO_2 care contribuie intensiv la încălzirea globală, efectul de seră, fenomene extreme și calamități naturale care sunt tot mai dese în ultimii ani.

Pe baza simulărilor în DIALux făcute pentru sistemul de iluminat existent și cel propus am realizat Figura 9 ca și o concluzie finală la studiul nostru privind eficientizarea sistemului de iluminat pentru Aeroportul “Avram Iancu” din Cluj-Napoca.

- Puterea maximă necesară pentru situația propusă prezintă o scădere cu 62.59% de la 155 KW la 58 KW.
- Consumul de energie anual prezintă o scădere cu 53.79% în cazul iluminatului cu LED fără sistem de control și 67.89 % în cazul iluminatului cu sistem de control.



- Economiiile aferente costurilor de operare se ridică la 175215 RON/an echivalentul a 35540 €/an.
- Emisiile de CO₂ s-au redus cu 54 de tone/an.

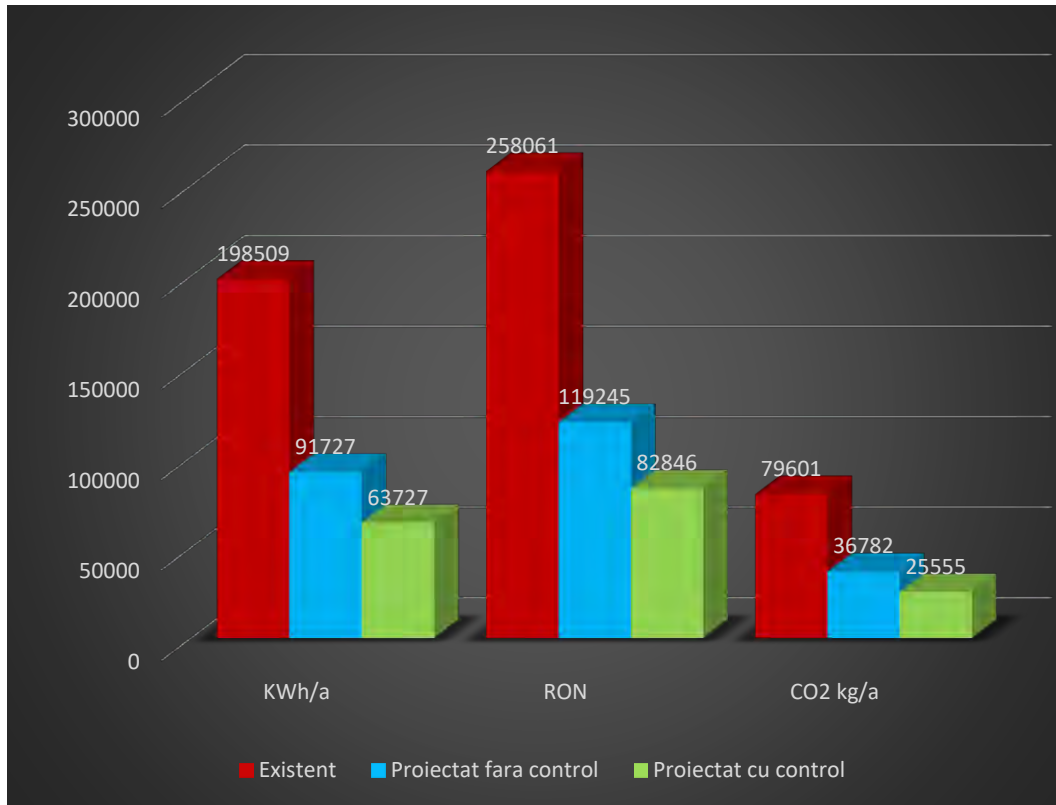


Figura 9. Diagramă centralizare economii energie, cost de operare și emisii CO₂

Considerăm că implementarea proiectului european OLGA care cuprinde și modernizarea iluminatului interior al Aeroportului “Avram Iancu” este fezabil aducând numeroase beneficii, inclusiv economii financiare, îmbunătățirea eficienței energetice, creșterea confortului și a siguranței, precum și reducerea impactului asupra mediului.

Bibliografie

1. <https://www.olga-project.eu/commitments>
2. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/sdg-moment/>
3. (<https://www.airportcluj.ro/aviatie/evolutia-traficului-de-pasageri/>, 2022)
4. <https://www.airportcluj.ro/comunicat-de-presa-extinderea-terminalului-de-pasageri-al-aeroportului-international-avram-iancu-cluj/>
5. <https://www.stiridecluj.ro/economic/aeroportul-cluj-napoca-nu-mai-face-fata-cheltuielilor-a-primit-o-factura-la-curent-de-1-milion-de-lei-situatia-este-absolut-disperata>
6. Schneider, Technical Guide 2019 How to Control and Protect LED Lighting Circuits?



STUDIU COMPARATIV PRIVIND METODELE DE TRATARE ALE APEI DE MARE ÎN VEDEREA POTABILIZĂRII

Autori

Alina-Paula-Daniela COSTEA^{1*}, Miruna-Elena PĂLTINEAN¹

¹Facultatea de Inginerie a Instalațiilor, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Cluj Napoca, acostea53@yahoo.com
(autorul_correspondent)

¹Facultatea de Inginerie a Instalațiilor, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Cluj Napoca, pmiruna2003@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: *Diminuarea resurselor de ape dulci, de pe glob, a devenit o problema stringentă a omenirii, în contextul creșterii populației și al necesarului zilnic de apă privind consumul igienico - sanitar. Desalinizarea reprezintă un ansamblu de procese de separare a sărurilor din apa cu o salinitate nenulă. Desalinizarea apei se poate realiza prin distilare, osmoză inversă sau electroodializă inversă. Scopul lucrării este realizarea unui studiu comparativ privind metodele de tratare ale apei de mare în vederea potabilizării.*

Cuvinte cheie: *cheie: metode de tratare, potabilizare, apă de mare, săruri, desalinizare, osmoză inversă*

1. Introducere

Există mai multe metode de tratare a apei de mare în vederea potabilizării, iar studiul comparativ al acestor metode poate fi realizat în funcție de criterii precum eficiența, costurile implicate, impactul asupra mediului și alți factori relevanți.

Printre cele mai utilizate metode de tratare a apei de mare în vederea potabilizării se numără osmoza inversă, distilarea, electroodializa și schimbul ionic.

Osmoza inversă este una dintre cele mai eficiente metode de tratare a apei de mare, fiind utilizată în mod obișnuit în instalațiile de desalinizare. Aceasta implică trecerea apei prin membrane semipermeabile care elimină sărurile și alte substanțe nedorite din apă.

Distilarea este o altă metodă eficientă de tratare a apei de mare, care implică evaporarea apei și colectarea vaporilor distilați. Această metodă necesită consum mare de energie și este adesea mai costisitoare decât osmoza inversă.

Electroodializa este o altă metodă de tratare a apei de mare care implică trecerea apei prin membrane care permit trecerea ionilor pozitivi sau negativi în funcție de sarcina electrică a membranei. Aceasta este o metodă mai puțin obișnuită, dar poate fi utilizată în cazurile în care sunt necesare cantități mai mici de apă potabilă.

Schimbul ionic este o metodă de tratare a apei de mare care implică trecerea apei prin rășini schimbătoare de ioni, care elimină sărurile și alte substanțe din apă. Această metodă poate fi utilizată în cazurile în care sunt necesare cantități mai mici de apă potabilă, dar poate fi mai costisitoare decât osmoza inversă.

În general, osmoza inversă și distilarea sunt cele mai utilizate metode de tratare a apei de mare în vederea potabilizării. Ele oferă o eficiență ridicată în eliminarea sărurilor și altor substanțe nedorite din apă și sunt utilizate în mod obișnuit în instalațiile de desalinizare. Electroodializa și



schimbul ionic pot fi utilizate în cazurile în care sunt necesare cantități mai mici de apă potabilă sau în anumite aplicații speciale. [1,2].

Obiectivul lucrării îl constituie realizarea unui studiu comparativ privind metodele de tratare ale apei de mare în vederea potabilizării acestora.

2. Categoriile de săruri prezente în apa de mare

Apa de mare conține o varietate de săruri, dar cele mai comune categorii de săruri găsite în apă sunt:

a) Clorură de sodiu (NaCl) - este cea mai comună sare din apă și reprezintă aproximativ 85% din toate sărurile dizolvate în apă de mare.

b) Sulfat de magneziu (MgSO_4) - este a doua cea mai comună sare din apă și este responsabilă pentru gustul amar și amărui al apei de mare.

c) Sulfat de calciu (CaSO_4) - se găsește în concentrații mai mici decât MgSO_4 și poate fi găsit în formă cristalină sub formă de ghips pe plajele din apropierea apelor de mare.

d) Clorură de potasiu (KCl) - se găsește în cantități mici în apă și este important pentru sănătatea plantelor.

e) Bicarbonat de sodiu (NaHCO_3) - este responsabil pentru alcalinitatea apei de mare și este de obicei găsit în apele cu concentrații mai ridicate de CO_2 .

În figura 1 se prezintă alte tipuri de săruri care pot fi identificate în cantități mici în apa de mare. Din categoria acestora fac parte sulfatul de sodiu (Na_2SO_4), bromura de sodiu (NaBr), iodura de sodiu (NaI) și fluorura de sodiu (NaF). [3].

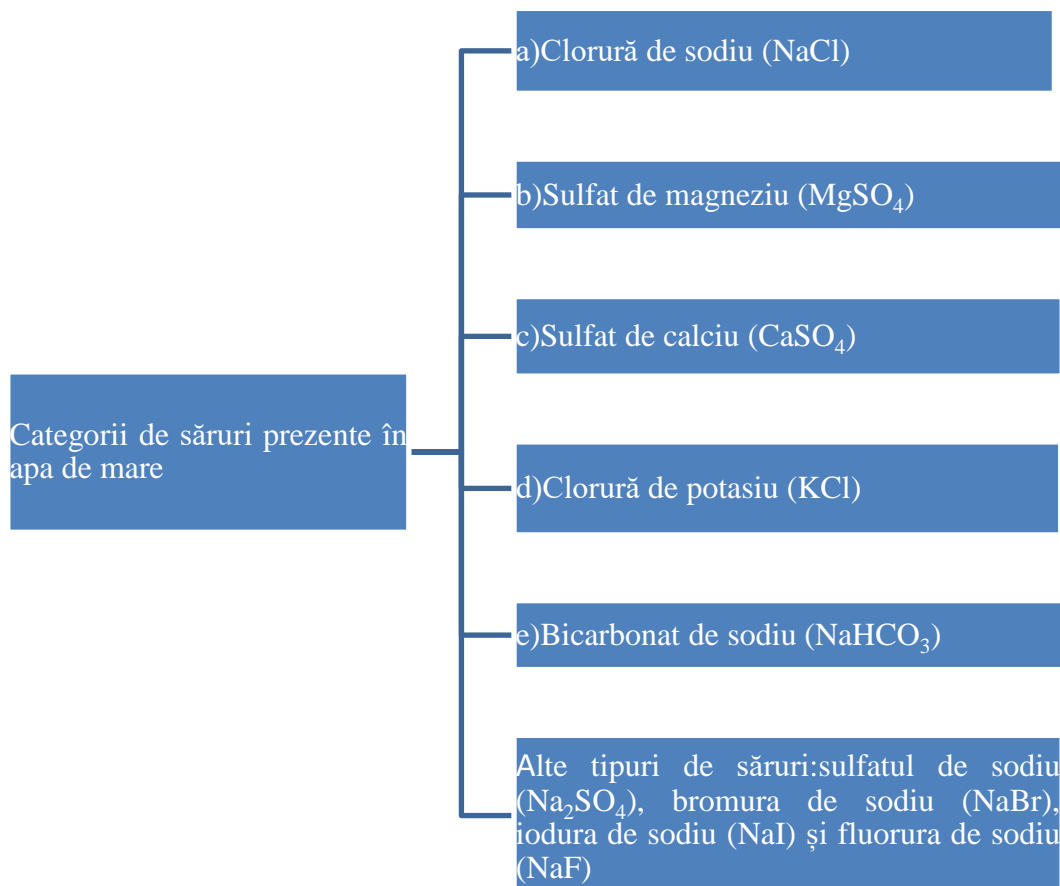


Figura 1. Categoriile de săruri prezente în apa de mare



3. Metode de tratare ale apei de mare în vederea potabilizării

Există mai multe metode de desalinizare ale apei de mare, iar selecția unei metode depinde de mai mulți factori, cum ar fi:

cantitatea de apă necesară,
calitatea apei brute și
costurile de operare și

întreținere. Metodele care pot fi aplicate în vederea potabilizării apei de mare sunt: osmoza inversă, distilarea, electrodializa și schimbătorii de ioni.

Osmoza inversă este cea mai utilizată metodă de desalinizare a apei de mare. În această metodă, apa este forțată să treacă printr-o membrană semipermeabilă, care permite trecerea moleculelor de apă, dar nu și a sărurilor și a altor impurități. Aceasta este o metodă eficientă, dar necesită o cantitate semnificativă de energie.

Distilarea este una dintre cele mai vechi metode de desalinizare a apei de mare. În această metodă, apa este evaporată, iar vaporii sunt colectați și condensați înapoi în apă purificată. Aceasta este o metodă eficientă, dar necesită o cantitate mare de energie și este costisitoare.

Electrodializa: în această metodă, apa trece printr-o serie de membrane încărcate electric, care permit trecerea ionilor de săruri. Aceasta este o metodă mai puțin eficientă decât osmoza inversă, dar necesită mai puțină energie

Schimbarea ionilor: în această metodă, apa trece printr-o serie de coloane umplute cu rășini încărcate cu ioni care atrag sărurile și alte impurități din apă. Aceasta este o metodă mai puțin eficientă și mai costisitoare decât osmoza inversă și electrodializa. Schimbarea ionilor este o metodă eficientă de potabilizare a apei de mare, care implică eliminarea sării și a altor impurități din apă. Procesul implică trecerea apei de mare printr-un schimbător de ioni, care îndepărtează ionii de sodiu și clor din apă, înlocuindu-i cu alte ioni, cum ar fi ioni de hidroxid sau clorură. Există două tipuri principale de schimbători de ioni utilizați în potabilizarea apei de mare: schimbătorii de ioni cu zeolit și schimbătorii de ioni cu rășină. Schimbătorii de ioni cu zeolit utilizează un material poros natural sau sintetic pentru a îndepărta ionii de sodiu și clor din apă, în timp ce schimbătorii de ioni cu rășină utilizează o rășină sintetică pentru a efectua același lucru (Figura 2).

[3,4].

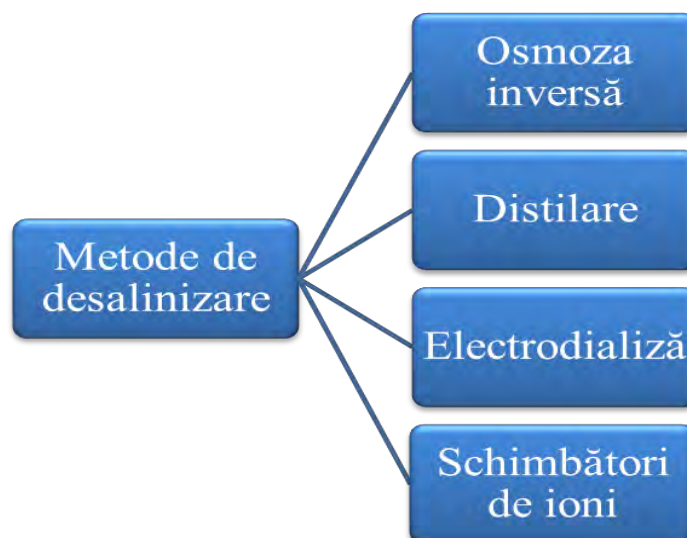


Figura 2. Metode de desalinizare



4. Analiza comparativă a metodelor de desalinizare ale apei de mare în vederea potabilizării

Există mai multe metode de desalinizare a apei de mare în vederea potabilizării acesteia. În acest capitol se prezintă o analiză comparativă a metodelor de desalinizare ale apei de mare (Tabelul 1) [5,6]. Din categoria acestora fac parte: osmoza inversă, distilarea, electrodializa, schimbători de ioni.

- ❖ Osmoza inversă este cea mai utilizată pentru desalinizarea apei de mare în scopuri de potabilizare. Procesul implică trecerea apei de mare printr-o membrană semipermeabilă care reține sărurile și alte impurități, lăsând apa curată și potabilă. Avantajul acestei metode este că este eficientă în eliminarea sărurilor și a altor impurități, iar costurile de operare sunt relativ scăzute. Dezavantajele includ costurile inițiale ridicate de achiziționare a echipamentelor și necesitatea de a trata apele de alimentare pentru a le proteja de sedimente și alte particule care pot afecta durata de viață a membranelor.
- ❖ Distilarea multiplă cu efect implică evaporarea apei de mare prin încălzire, urmată de condensare și colectare a vaporilor. Procesul poate fi repetat de mai multe ori pentru a obține apă potabilă cu un conținut scăzut de săruri și alte impurități. Avantajul acestei metode este că poate fi utilizată pentru a trata apele cu un conținut ridicat de sare, iar apa produsă este de calitate foarte bună. Dezavantajele includ costurile ridicate de achiziționare a echipamentelor și necesitatea de a utiliza o cantitate semnificativă de energie pentru a încălzi apa.
- ❖ Electrodializa implică trecerea apei de mare printr-o serie de membrane și electrozi care elimină sărurile și alte impurități. Avantajul acestei metode este că este eficientă în eliminarea sărurilor și a altor impurități, iar costurile de operare sunt relativ scăzute. Dezavantajele includ costurile inițiale ridicate de achiziționare a echipamentelor și necesitatea de a trata apele de alimentare pentru a le proteja de sedimente și alte particule care pot afecta durata de viață a membranelor.
- ❖ Schimbători de ioni: Procesul de schimbare a ionilor implică îndepărtarea ionilor nedoriti prin schimbarea lor cu ionii doriti. De exemplu, apa de mare are o concentrație ridicată de ioni de sodiu și clor, care pot fi îndepărtați prin schimbarea lor cu ioni de hidrogen și hidroxil. Aceasta poate fi realizată prin trecerea apei de mare printr-un schimbător de ioni, care conține rășini de schimb de ioni. Aceste rășini sunt încărcate cu ioni de hidrogen sau hidroxil și atunci când apa trece prin ele, ioni de sodiu și clor sunt îndepărtați din apă și înlocuiți cu ioni de hidrogen și hidroxil, ceea ce duce la o reducere a salinității apei (În tabelul 1 se prezintă o analiză comparativă a metodelor de desalinizare ale apei de mare).



Tabel 1. Analiza comparativă a metodelor de desalinizare a apei de mare

Denumire metodă de desalinizare	Avantaje	Dezavantaje	Compuși săruri prezente
Osmoza inversă	-Eficiență ridicată; -Economisirea resurselor; - flexibilitate.	-Generarează deșeuri; -consum ridicat de energie; -costurile echipamentelor ridicate.	-Săruri minerale, -Bacterii, virusuri -clor,cloramina -metale grele -produse petroliere
Distilare	-Eliminarea impurităților; -eficiență energetică; -producerea de apă potabilă de calitate ridicată.	-Proces greu și scump; -apa rezultată este scăzută în minerale și nutrienți.	Clorură de sodiu (NaCl), sulfat de magneziu (MgSO ₄), clorură de calciu (CaCl ₂), sulfat de potasiu (K ₂ SO ₄)
Electrodializă	-Economisirea apei dulci; -proces rapid.	-Concentrație mare de sare; -costuri mari.	Clorură de sodiu (NaCl), sulfat de magneziu (MgSO ₄), clorură de calciu (CaCl ₂), potasiu (K), hidroxid de sulfat (H ₂ SO ₄), calciu (Ca), clor (Cl ₂)
Schimbători de ioni	-Rezistență la schimbările climatice; -protejarea resurselor de apă dulce.	-Emisie de gaze cu efect de seră; -apa poate avea gust și miros neplăcut.	Zeoliți,rășină schimbătoare de ioni, sare de masa(NaCl),carbonat de calciu(CaCO ₃)

5.Concluzii

Potabilizarea apei de mare este un proces complex, care implică eliminarea sărurilor și altor substanțe din apă pentru a o face potabilă. Există mai multe metode de potabilizare a apei de mare, printre care osmoza inversă, distilarea și electrodiializa.

Osmoza inversă este cea mai utilizată metodă de potabilizare a apei de mare, deoarece este eficientă, cost-eficientă și necesită puține substanțe chimice. Această metodă utilizează membrane semipermeabile pentru a separa sărurile și alte substanțe din apă.

Distilarea este o altă metodă de potabilizare a apei de mare, dar este mai costisitoare și mai puțin eficientă decât osmoza inversă. Această metodă implică evaporarea apei de mare, urmată de condensarea vaporilor pentru a obține apă purificată.



Electrodializa este o metodă care implică utilizarea unor membrane ionice și curent electric pentru a separa sărurile și alte substanțe din apă. Această metodă este utilizată în special pentru a produce apă cu conținut scăzut de sare pentru industria alimentară și pentru agricultură.

În general, metoda de potabilizare a apei de mare utilizată depinde de nevoile specifice ale unei zone și de resursele disponibile. În cazul în care se dispune de resurse financiare, osmoza inversă este considerată a fi metoda cea mai eficientă și mai cost-eficientă de potabilizare a apei de mare.

Așadar, în urma studiului asupra metodelor de tratare ale apei de mare, constatăm că cele mai eficiente procedee sunt osmoza inversă și distilarea datorită eficienței lor. Raportul calitate-preț este justificat datorită eficienței acestora.

BIBLIOGRAFIE

1. <https://topwater.ro/blog/post/potabilizarea-apei-prin-osmoza-inversa> (Accesat la data de 10.04.2023)
2. Sergio G., Jan C., Gary L., In S., Maria D., *Seawater reverse osmosis desalination*
3. Atkins, W. R. G. 1923, *CHEMISTRY OF SEA WATER*
4. Abdel-Fatah M.M.A. and Ghada Ahmed Al Bazed, *Water Treatment and Desalination*
5. <https://www.scrigroup.com/geografie/ecologie-mediu/METODE-DE-TRATARE-A-APEI-POTAB13173.php> (Accesat la data de 10.04.2023)
6. <https://www.ascomi.ro/articole/apa-origine-calitate-procese-de-tratare> (Accesat la data de 10.04.2023)



INSTALAREA ȘI MONITORIZAREA UNUI SISTEM FOTOVOLTAIC PENTRU UN CENTRU COMERCIAL DIN CLUJ-NAPOCA

Autor/autori

Cristian-Emilian Man

Facultatea de Inginerie a Instalatiilor, Universitatea Tehnica Cluj-Napoca, e-mail:man.cristian98@yahoo.com

Îndrumător/îndrumători

Conf. Dr.Ing. Călin N. CIUGUDEANU

Facultatea de Inginerie a Instalațiilor, Universitatea Tehnica Cluj Napoca, e-mail:calin.ciugudean@insta.utcluj.ro

REZUMAT: *Articolul prezintă un sistem fotovoltaic în cadrul unui centru comercial din Cluj-Napoca. Sistemul are o putere maximă debitată de panourile fotovoltaice (curent continuu) de 354.24 kWp și este instalat pe acoperișul unui centru comercial. Au fost culese date cu privire la puterea/energia produsă pe parcursul a trei ani de la instalare. În paralel a fost simulat cu ajutorul softului Pvsyst unde au fost comparate rezultatele simultan cu cele înregistrate în exploatare. Articolul prezintă și o analiză de costuri cu privire la sistemul instalat.*

Cuvinte cheie: *panouri fotovoltaice, centru comercial, energie, putere.*

1. Introducere

Această lucrare urmărește importanța consolidării sistemului național energetic prin dezvoltarea capacității energetice și eficientizarea energetică a punctelor de infrastructură urbane cu precădere asupra centrelor comerciale de diferite dimensiuni. Centrele comerciale din România au o importanță socială semnificativă, deoarece reprezintă locuri de întâlnire și de socializare pentru comunitățile locale. Aceste centre comerciale nu numai că oferă o gamă largă de produse și servicii, dar oferă și o experiență de shopping și divertisment.

Printre beneficiile pe care centrele comerciale din regiunea țării noastre le oferă se numără: oferirea oportunității de angajare prin crearea a multor locuri de muncă și obținere a veniturilor necesare vieții cotidiene, contribuind la dezvoltarea economică a zonei; sprijinirea antreprenorilor locali prin oferirea spațiilor de închiriat absolut necesare pentru dezvoltarea pieței de desfacere locală; creșterea valorii imobiliare zonale prin dorința umană de a-și duce viață cât mai aproape de punctele de interes a orașului.

Iulius Mall Cluj este un centru comercial din Cluj-Napoca, situat în partea estică a orașului, la 15 minute distanță de Aeroportul Internațional Cluj. A fost inaugurat la data de 10 noiembrie 2007, la puțin timp după Polus Center Cluj, primul mall deschis în Cluj-Napoca. Iulius Mall Cluj este al treilea mall deschis de compania Iulius Group, după cele de la Iași și Timișoara, necesitând investiții de 60 de milioane de euro. Imobilul are o suprafață totală de 147.000 metri pătrați și o suprafață închirială de 41.000 mp. Centrul comercial găzduiește 190 de retaileri, dintre care cei mai mari sunt hipermarketul Auchan, Cinema City, Kids Land Club, World Class cu o sală de fitness și o piscină. Deține o parcare cu 2.230 de locuri [1].

Un panou fotovoltaic, spre deosebire de un panou solar termic, transformă energia luminoasă din razele solare direct în energie electrică. Componentele principale ale panoului solar fotovoltaic sunt celulele solare.



Panourile fotovoltaice se utilizează separat sau legate în acumulatori pentru alimentarea consumatorilor independenți sau pentru generarea de curent electric ce se livrează în rețeaua publică. Un panou fotovoltaic este caracterizat prin parametrii săi electrici, cum ar fi tensiunea de mers în gol sau curentul de scurtcircuit [2].

Panourile fotovoltaice au devenit din ce în ce mai importante în România în ultimii ani. Potrivit datelor prezentate de Asociația Română pentru Energie Fotovoltaică (APFER), la sfârșitul anului 2020, capacitatea totală instalată de panouri fotovoltaice în România a depășit 1,8 GW, ceea ce reprezintă o creștere semnificativă față de anul precedent. Unul dintre avantajele majore ale panourilor fotovoltaice este capacitatea lor de a transforma energia solară în energie electrică curată și durabilă. Această energie poate fi folosită în diferite domenii, precum gospodăriile individuale, clădirile comerciale și industriale sau infrastructura de transport. De asemenea, panourile fotovoltaice pot fi utilizate în zone izolate sau în zone cu acces limitat la energie electrică, unde ele pot fi singura sursă de electricitate disponibilă. În plus, panourile fotovoltaice au un impact semnificativ în reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră și a poluării aerului, contribuind la îmbunătățirea calității vieții și a sănătății populației. Mai mult decât atât, utilizarea panourilor fotovoltaice poate reduce dependența de combustibilii fosili și poate contribui la diversificarea mixtului energetic al țării.

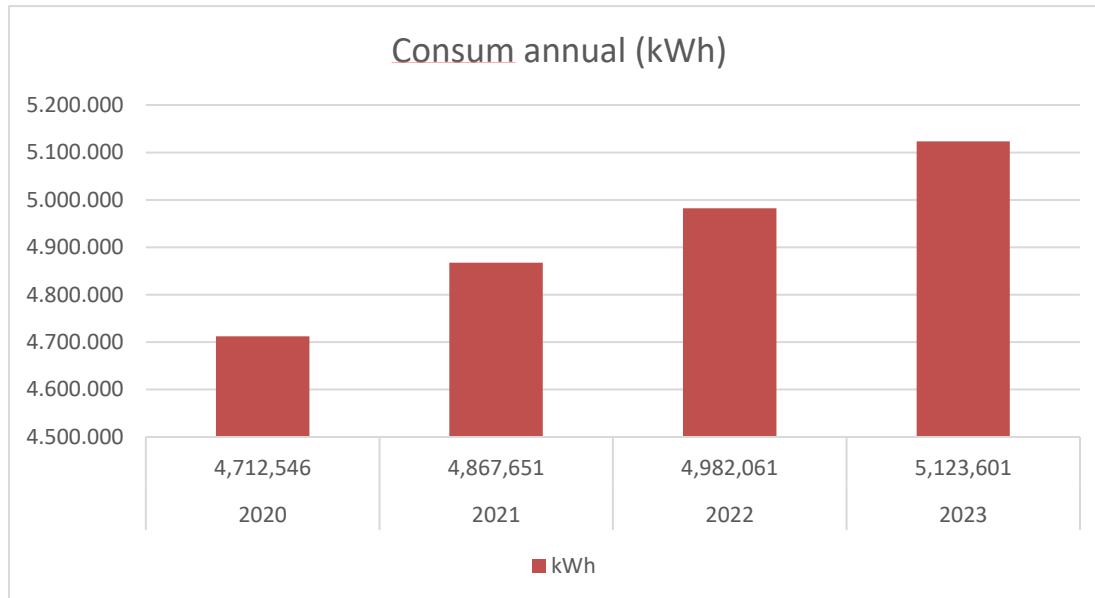
În concluzie, panourile fotovoltaice sunt de mare importanță în România, atât din punct de vedere al dezvoltării durabile, cât și al creșterii economice.

2. Studiul de caz

Lucrarea a analizat un sistem fotovoltaic de 354 kWp Montat în cadrul clădirii Iulius Mall Cluj Napoca [Figura. 1.]. Instalațiile solare fotovoltaice amplasate în incinta beneficiarului investiției SC Iulius Mall Cluj Napoca SRL au fost racordate la instalația de utilizare 0.4 kW existentă a beneficiarului. Instalația solară fotovoltaică proiectată conține toate instalațiile necesare producerii de energie electrică și livrării în sistemul de distribuție a energiei electrice, începând de la sursele de energie electrică, cablurile necesare cu traseele aferente, inclusiv rețeaua electrică de joasă tensiune și instalația de legare la pământ. Invertoarele de putere trifazate unidirecționale se vor instala la exterior, pe suprafața betonată existent prin intermediul unor structuri metalice. Secundarul (tensiunea alternativă) invertoarelor de putere trifazate unidirecționale se racordează în tabloul general aferent instalației solare fotovoltaice.

Analiza consumului de energie electrică s-a făcut pe baza citirilor înregistrate de un contor electronic. Studiul se bazează pe citirile orare înregistrate pe o perioadă de trei ani și anume anul 2020, 2021 și 2022. Astfel în anul 2020 s-au înregistrat 24 de citiri și un consum anual total de 4,712,546 kWh/an - 9,283,715.62 de lei. În anul 2021 s-au înregistrat tot 24 de citiri și un consum anual total de 4,867,651 kWh/an - 9,589,272.47 de lei, iar în anul 2022 s-au înregistrat 24 de citiri și un consum anual total de 4,982,061 kWh/an, aproximativ 9,814,660.17 de lei în 2022.

Grafic 1. Variația consumului total anual de energie electrică – Centrul comercial Iulius Mall



După o analiză a graficului putem observă consumul care este în creștere pe o perioadă de patru ani [Grafic 1.].

Astfel a fost estimat și un consum anual pentru anul 2023 care depășește valoarea de cinci milioane de kWh/an.

Trebuie să existe un contract de vânzare-cumpărare a energiei electrice produse și livrată între prosumator / vânzător și furnizor / cumpărător. În cazul de față fiind vorba despre un Centru comercial unde consumul efectiv la orice ora din zi depășește producția sistemului fotovoltaic.

Foarte pe scurt, un prosumator este în același timp și consumator și producător de energie electrică, iar surplusul îl injectează în rețea și este compensat de către furnizorul cu care are contract.

Oricine poate să devină prosumator, cu condiția să instaleze un sistem fotovoltaic care să producă energie. Promovarea tot mai accentuată a acestei tehnologii, avansarea cercetării în domeniu și faptul că tot mai multe state au deja implementate sau în curs de implementare politici de subvenționare a sistemelor pentru energie solară, contribuie la o și mai mare accesibilitate a acestora.

Prosumatorii care dețin centrale de producere a energiei electrice din surse regenerabile de energie (SRE) cu putere instalată de cel mult 400 kW pe loc de consum și care nu beneficiază de sistemul de promovare prin certificate verzi pot vinde prin mecanisme de compensare/regularizare energia electrică produsă și livrată în rețea, furnizorilor de energie electrică cu care aceștia, în calitate de consumatori finali, au încheiat contract de furnizare. Conform reglementării ANRE prosumatorii cu puterea instalată de cel mult 200 kW pe loc de consum pot beneficia, la cerere, de mecanismul de compensare cantitativă, iar cei cu puterea mai mare de 200 kW, dar de cel mult 400 kW pe loc de consum, de mecanismul de regularizare financiară [3].

Pentru captarea și transformarea energiei solare în energie electrică, au fost utilizate 864 module fotovoltaice model HY410-M108BSS, producător HuaYaoPV cu o putere de 410 W și pentru transformarea tensiunii de utilizare a modulelor fotovoltaice – tensiunea continuă – în tensiune alternativă au fost utilizate 4 invertoare de putere trifazată unidirecționale model Huawei SUN-



60KTL cu putere de 60 kW și 2 invertoare de putere trifazata unidirecțional model Huawei SUN-36KTL 36 kW și Tablouri electrice generale ale instalației solare fotovoltaice, execuție carcasa IP66, cuprind aparate de comutație aferente, cu rol de protecție la suprasarcină și scurtcircuit și separare vizibilă, protecție generală prin intermediul releului multifuncțional SCHRACK URNA0345 cu releu de timp.

Figura. 1. Rezumatul proiectului PV*SOL

Project Overview



Figure: Overview Image, 3D Design

PV System

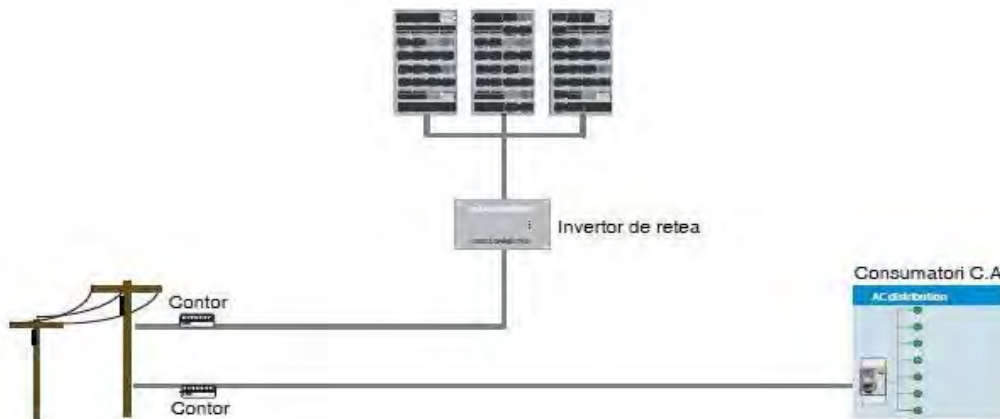
3D, Grid-connected PV System

Climate Data	Cluj-Napoca, ROU (1996 - 2015)
Values source	Meteonorm 8.1
PV Generator Output	354,24 kWp
PV Generator Surface	1.687,2 m ²
Number of PV Modules	864
Number of Inverters	6

Sistemele fotovoltaice ON-GRID sunt sisteme fotovoltaice ce sunt în mod obligatoriu racordate la rețeaua de energie electrică și care au posibilitatea de a injecta energie în rețea.

Sistemul “ON-GRID” [Figura 2.] nu oferă o rezervă de energie în cazul unei pene de curent sau a unei căderi de tensiune deoarece nu are prevăzuți acumulatori pentru stocare. Invertorul este conectat direct la rețea preluând tot ce produc panourile. Din această cauză este recomandat că un astfel de sistem să fie instalat în zonele urbane unde întreruperile de energie sunt foarte rare. Pentru locațiile din zonele rurale, în special cele situate la capăt de rețea sunt recomandate instalațiile fotovoltaice “on-grid” cu stocare în acumulatori. Energia produsă de panouri este mai întâi înmagazinată.

Figura. 2. Schema sistemului fotovoltaic on-grid – [4]



Această instalație fotovoltaică ar permite compensarea cu energia consumată din rețea (mai multă în timpul sezonului rece) cu energia suplimentară livrată în rețea de către invertor (mai multă în timpul sezonului cald). Acest lucru se poate face analizând datele oferite de cele două contoare instalate. În cazul clienților persoane fizice încă nu s-au publicat normele de aplicare a legii 220/2008 ANRE (actualizată în august 2010) pentru stabilirea unui tarif de compensare a energiei livrate/preluate în/din rețeaua națională [4].

3.Rezultate

Puterea maximă instalată rezultată este de 354 kW. Pe baza evaluărilor ofertelor tehnico-economice de pe piață, la ora actuală, costul achiziționării și instalării sistemului fotovoltaic se ridică la 3,690 Ron per kW ceea ce rezultă un cost total de 1,107,000 Ron.



Figura 3. Rezumatul privind simularea PVG TOOLS [5]

Summary

Provided inputs:

Location [Lat/Lon]:	46.772,23.628
Horizon:	Calculated
Database used:	PVGIS-SARAH2
PV technology:	Crystalline silicon
PV installed [kWp]:	1
System loss [%]:	14

Simulation outputs:

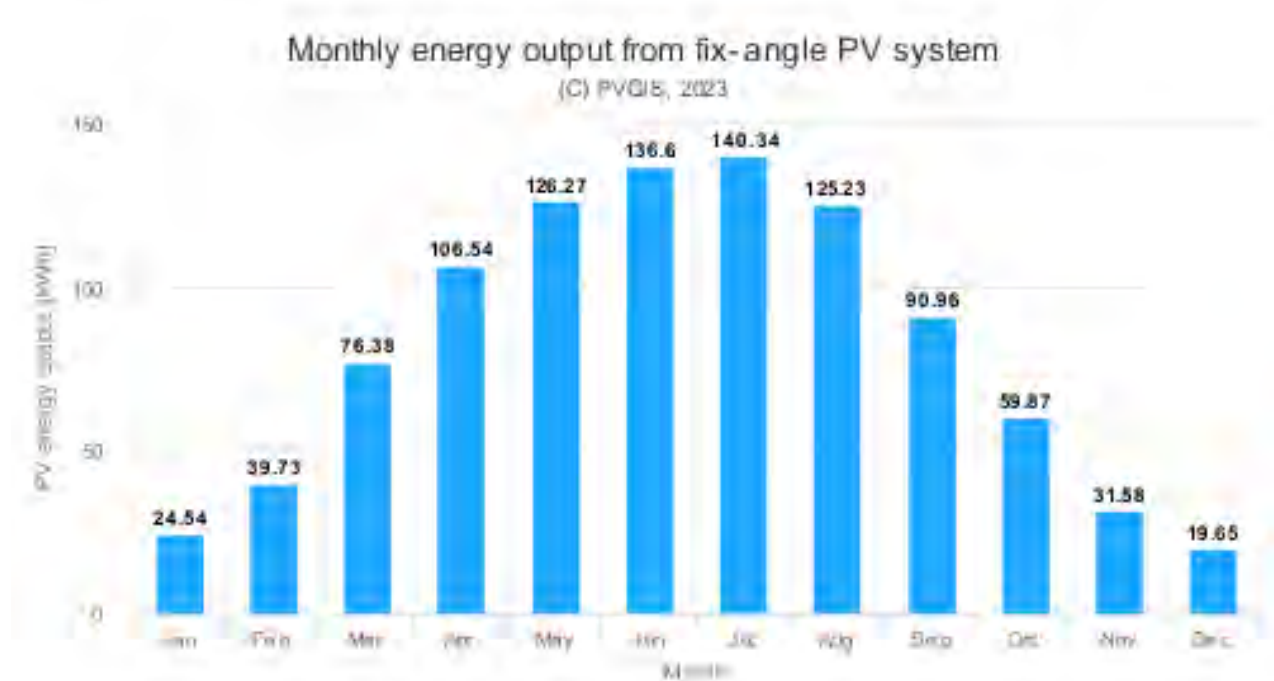
Slope angle [°]:	5
Azimuth angle [°]:	-135
Yearly PV energy production [kWh]:	977.71
Yearly in-plane irradiation [kWh/m ²]:	1262.67
Year-to-year variability [kWh]:	37.62
Changes in output due to:	
Angle of incidence [%]:	-4.27
Spectral effects [%]:	1.13
Temperature and low irradiance [%]:	-6.99
Total loss [%]:	-22.57

Calculul făcut pentru prețul de 1.22 lei/kWh conform OPCOM [6] pentru recuperarea investiției privind o simulare a producției în sistemului monitorizat care este realizată pentru 1 kWp, unde s-a obținut o producție anuală de 971.71 kWh obținută în urma folosirii softului PVG TOOLS care rezulta 354 kW. Având în vedere producția anuală de energie ca fiind 977.71 kWh [Figura 3.].

Pe baza datelor de mai sus [Figura 3.] putem calcula că sistemul montat produce 346.109,34 kWh/an rezultând o reducere a costurilor de 422.253,3948 lei/an.

În urma raportului investiție/producție putem determina că sistemul fotovoltaic montat o să își amortizeze investiția într-o perioadă de aproximativ 2,62 ani.

Figura 4. Ieșire lunară de energie din sistemul fotovoltaic



Conform PVGIS Online Tool [6] observăm o producție slabă la începutul și sfârșitul anului, dar și o producție maximă în luna iulie pe un singur modul. Înclinația modulelor este de 5 % și o orientare Sud-vest la 224 °[Figura 4.] .

4. Concluzii

Încălzirea globală este, în acest moment, potrivit Organizației Națiunilor Unite, cea mai mare amenințare sistemică la adresa umanității. Este un pericol rezultat din însăși nepăsarea oamenilor față de planeta care le este casă.

Schimbările climatice sunt resimțite din ce în ce mai acut pe glob însă, pentru că natura își strigă disperarea, de cele mai multe ori, prin fenomene meteo severe sau catastrofe care ar trebui să ne trezească pe toți. Iată de ce chiar și cel mai mic gest de atenție față de mediu ar fi trebuit să fie făcut încă de ieri.

Captarea radiațiilor solare cu ajutorul panourilor fotovoltaice este una dintre cele mai performante și rentabile soluții pentru înlocuirea energiei clasice. [7]

Concluzionăm prin a afirma că implementarea unei astfel de soluții de producere a energiei electrice cu ajutorul panourilor fotovoltaice, având o rată de returnare a investiției de aproximativ 2.62 ani este o soluție fezabilă din punct de vedere tehnico-economic, cu implicații directe asupra reducerii emisiilor de CO₂ de aproximativ 176.845 kg/an dar și a costurilor de utilizare a Centrului Comercial, acesta fiind un consum anual total de 4,867,651 kWh/an 9,589,272.47 de lei în anul 2022 unde sistemul produce 346,109,34 kWh/an și acopera 422.253,39 lei/an din consumul total.



5.BIBLIOGRAFIE

1. https://www.wikiwand.com/ro/Iulius_Mall_Cluj –accesat la data de 26/04/2023
2. https://ro.wikipedia.org/wiki/Panou_solar_fotovoltaiic –accesat la data de 26/04/2023
3. https://www.eon.ro/statie-energie/ghid-consum/ce-este-prosumator-cum-poti-deveni-chiar-tu-unul?utm_source=search&utm_medium=cpc&utm_campaign=EON_All_Brand_RO_Google_Search_StatiaDeEnergie_Awareness_Traffic_CPC&gclid=CjwKCAjwo7iiBhAEEiwAsIxQES5-x20S00v5O4LT0sIKngVsDIZwbuG_g9DQ1Wjcgp4vB2SFyKzdpRoCOBEQAvD_BwE -accesat la data de 26/04/2023
4. https://carpatenergy.ro/sisteme-fotovoltaiice-on-grid/?gclid=CjwKCAjwo7iiBhAEEiwAsIxQEaZs3VUS9ei_ca_Wv_kd986uF4fmFg02S4QXcZP8th-N5ZFGiMYrYBoCFyoQAvD_BwE -accesat la data de 26/04/2023
5. https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/ -accesat la data de 26/04/2023
6. <https://www.opcom.ro/acasa/ro> -accesat la data de 27/04/2023
7. <https://bank.raiffeisen.ro/ro/sustenabilitate/panouri-fotovoltaiice/despre-energia-verde/10-beneficii-ale-panourilor-fotovoltaiice.html> -accesat la data de 29/04/2023



SISTEME DE ÎNCĂLZIRE ȘI RĂCIRE ZONALĂ DE ULTIMĂ GENERAȚIE 5GDHC. SOLUȚII ACTUALE ȘI STUDIU DE CAZ PENTRU CLUJ-NAPOCA

Autor

Ștefan A. MĂGUREANU

Facultatea de Inginerie a Instalațiilor, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, andreimagureanu81@gmail.com

Îndrumător

S. I. Dr. Ing. Constantin C. CILIBIU

Facultatea de Inginerie a Instalațiilor, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, constantin.cilibiu@insta.utcluj.ro

REZUMAT: Pe fondul cererii globale de energie în continuă creștere, necesitatea de soluții durabile și eficiente pentru încălzire și răcire în zonele urbane a devenit acută. Sistemele de încălzire și răcire zonală de ultimă generație au apărut ca o soluție promițătoare care poate satisface această cerere, reducând emisiile de gaze cu efect de seră și îmbunătățind eficiența energetică. În aceste sisteme sunt integrate surse de energie regenerabile, recuperarea căldurii redundante și stocare termică pentru a furniza climatizare cu emisii reduse de dioxid de carbon.

Această lucrare de cercetare își propune să ofere o analiză cuprinzătoare a sistemelor de încălzire și răcire zonală de ultimă generație, să revizuiască starea actuală a tehnologiei în Cluj-Napoca și să prezinte o simulare a implementării unui astfel de sistem.

Cuvinte cheie: gaze cu efect de seră, eficiența energetică, surse de energie regenerabile, recuperarea căldurii, stocare termică, climatizare;

1. Introducere

Sistemele 5GDHC (5th Generation District Heating and Cooling) pot fi definite ca sisteme zonale de climatizare care operează la temperaturi ultra-joase (5-30 °C) utilizând un schimb bidirecțional de energie termică între consumatori, acesta fiind facilitat de stocare termică sezonieră. Această rețea necesită amplasarea surselor de energie în mod descentralizat (pompe de căldură și chillere) pentru a furniza apă la temperatura dorită.

1.1. Părți componente

Rețeaua termică este divizată în patru componente principale: sursa de energie, consumatori, distribuție și unitate de stocare termică. Modelele proiectate trebuie să ia în considerație modalitățile de încălzire și răcire, profilul utilizatorului, capacitatea de stocare și caracteristicile dinamice ale terenului în scopul realizării unui ansamblu optim din punct de vedere al costurilor. [1]

Sursa de încălzire/răcire. În prezent există o varietate de tehnologii cuplate cu un astfel de sistem. Uzual se folosesc pompe de căldură, care în cazul 5GDHC extrag căldură din pământ, apă sau aer și cresc temperatura apei până la un nivel potrivit pentru încălzirea spațiilor sau pentru apă caldă de uz menajer. Caracteristica pompelor de căldură, anume obținerea căldurii din mediul exterior sau sol în defavoarea generării prin ardere de combustibil oferă întregului sistem sustenabilitate și eficiență din punct de vedere al costurilor.



Răcirea este furnizată de obicei prin combinarea mai multor metode, cea mai des întâlnită fiind sursele de răcire descentralizate situate în apropierea clădirilor individuale, precum chillerele de absorbție care preiau căldură irosită în diferite procese sau rezultată din colectoare termice solare pentru a genera frig. Apa răcită este apoi livrată sistemului de aer condiționat. Celelalte metode cuprind stocarea termică a energiei, pompele de căldură și răcirea radiantă. Utilizarea surselor mici și descentralizate oferă avantajul poziționării prin care se reduc pierderile de energie asociate cu transportul fluidului termic pe distanțe lungi, oferă flexibilitate și reziliență sistemului permițând control local și intervenții izolate la părțile problematice și, în special, posibilitatea integrării resurselor regenerabile de energie.

Profilul cererii consumatorilor. O predicție precisă a încărcării termice necesare este esențială, însă de cele mai multe ori se prezintă ca o încercare, cauzată de multitudinea variabilelor care intră în componența valorilor reale, precum caracteristicile termice ale clădirii, comportamentul inconsistent al ocupanților, condiții meteorologice și performanța echipamentelor HVAC. Modelele de necesar termic sunt generate cu ajutorul simulărilor împărțite în două categorii: de jos în sus (bottom-up) și de sus în jos (top-down).

Abordările de sus în jos sunt construite pe un set de date istorice, cum ar fi consumul de combustibil sau informații de la contoare termice inteligente. Există mai multe modele de predicție de acest fel, cele mai populare fiind rețelele neuronale artificiale, mașinile vectoriale suport, regresii statistice și arborii de decizie [1], acestea fiind prezentate în literatura de specialitate [2].

Abordările de jos în sus pot determina necesarul de energie pentru o zonă fără a se baza pe date istorice. Acest tip de model extrapolează consumul calculat de energie a unui set reprezentativ de clădiri individuale la un ansamblu urban, îmbinând astfel rezultate particulare cu rezultate la scară mai mare. O revizuire amănunțită a ambelor metode este prezentată în alte lucrări de specialitate [3].

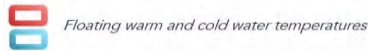
Rețeaua de distribuție. Dependentă de locația geografică, categoria utilizatorilor și sursă, rețeaua de distribuție are rolul de a permite livrarea eficientă și sustenabilă de căldură și frig în clădiri. Sistemele sunt optimizate pentru a minimiza pierderile de energie și pentru a asigura un flux energetic eficient cu ajutorul tehnologiilor de ultimă generație, precum sistemele smart de control, rețeaua de distribuție la temperaturi joase și unitățile de stocare termică.

Stocarea energiei termice. Este o strategie cu scopul de a echilibra cererea și încărcarea termică. Principiul funcționării este de a permite energia în exces generată în afara perioadelor de vârf să fie păstrată și utilizată când cererea este ridicată. În prezent sunt folosite o varietate de tehnologii în acest sens, precum rezervoare de apă, stocare subterană a energiei termice și materiale cu schimbare de fază. Principalele variabile care trebuie gestionate prin această strategie sunt profilul viitor al cererii și producția neregulată a surselor de energie regenerabilă, iar o gestionare corectă a acestora duce la reducerea discrepanței dintre producție și consum.

Totodată, pentru a fi posibilă utilizarea optimă a stocării, trebuie avute în vedere și caracteristici precum geometria, izolația termică, debitul și temperatura fluidului termic. Acestea influențează distribuția temperaturii în rezervor, care poate fi uniformă sau în straturi. În cazul din urmă, apa este împărțită în trei zone: rece, fierbinte și o zonă de gradient [1]. Există mai multe metode cercetate pentru redarea exactă a distribuției de temperatură în rezervoare, însă cea mai utilizată și cea mai simplă rămâne calcularea temperaturii în lungul axei longitudinale a rezervorului.



1.2. Funcționare



Floating warm and cold water temperatures

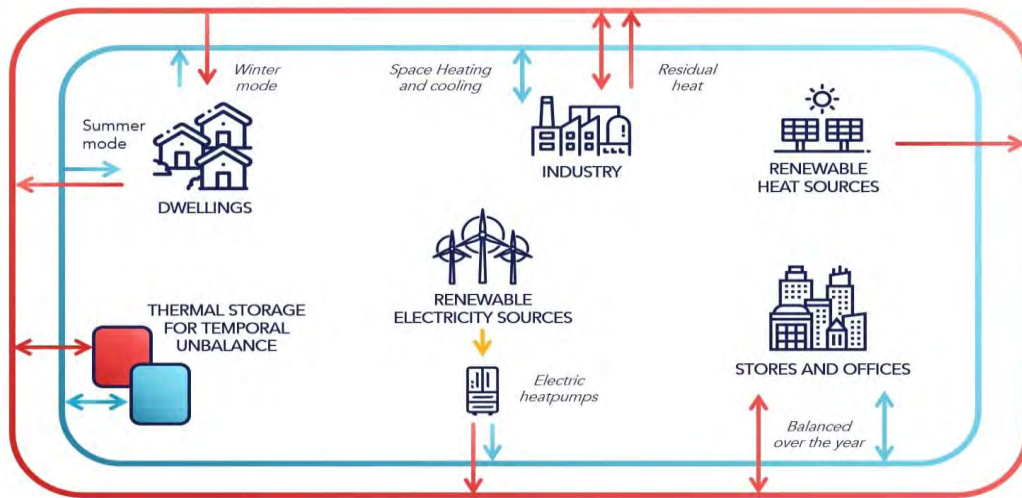


Figura 1. Diagramă model a posibilităților de funcționare a 5GDHC

În figura 1 sunt prezentate în mod schematic tehnologiile ce pot fi integrate într-o rețea.

Funcționarea unui sistem 5GDHC are la bază cinci principii:

- fluctuația temperaturii rețelei apropiată de temperatura solului;
- capacitatea de a satisface două sarcini diferite, rece și cald;
- integrarea rețelei electrice pentru a permite stocarea termică a surplusului de energie electrică generată de surse;
- obiectivul funcționării cu 100% energie regenerabilă;
- stocare termică.

1.3. Soluția hardware din Glasgow, Scoția

Descrierea următoare a unei soluții se bazează pe programul de regenerare Clyde Gateway început în Glasgow. Este posibil ca rețelele din locații cu reglementări și condiții diferite să se adopte alte decizii, însă soluții similare sunt posibile oriunde.

Scopul proiectului este de a livra agent termic printr-o rețea tip buclă pentru consumatori comerciali și de a descentraliza cererea de energie. Rețeaua 5GDHC se diferențiază de alte tipuri prin posibilitatea de a facilita schimb de căldură între clienți datorită rețelei închise. Clădirile încălzite produc frig pentru sistem, în timp ce clădirile răcite cedează căldura în exces.

Ansamblul folosește o serie de surse de energie regenerabile și cu emisii reduse de dioxid de carbon, precum energie geotermală, solară și recuperare de căldură. Rețeaua se diferențiază de una clasică și prin tipul de flux, și anume în loc de conducte tur/retur sunt conducte cald/rece. Centrala din apropiere este alimentată de energie geotermală și căldură reziduală de la o stație de epurare.

Pentru partea de geotermal a fost realizat un foraj, iar căldura de la stația de epurare se transferă astfel: în timpul proceselor de curățare, apa este dusă la o temperatură ridicată. Sistemul preia scurgerile și le transportă într-o pompă de căldură care generează energia termică. În paralel, în pompă și ulterior într-un schimbător de căldură circulă apă curată, provenită de la alimentarea



municipală de apă rece sau din ape de suprafață (râul Clyde din apropiere) care primește căldura reziduală extrasă din apa tratată.

Această apă rezultată este transportată prin conducte neizolate din material plastic către pompe de căldură care ridică temperatura de la cea ambientală, relativ scăzută, la cea dorită. Procesul poate fi și inversat, astfel apa poate fi răcită. Circulația fluidului se face apoi într-un sistem buclă închis, care permite conservarea resurselor și minimizarea impactului asupra mediului. Aceeași apă este utilizată în mod repetat, primind sau cedând căldură după nevoie. Stocarea termică este realizată cu rezervoare mari de apă izolate termic.

2. Avantaje și dezavantaje

Decarbonizarea rețelelor termice cu ajutorul unei soluții inedite cu grad ridicat de scalabilitate prezintă interes ridicat în domeniu, iar înaintea adoptării acestor sisteme ca o nouă normalitate, trebuie analizate dintr-un unghi critic.

În tabelul 1 este prezentată o analiză concisă a acestor sisteme, după modelul SWOT (Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats) aplicat uzual noilor investiții.

Tabelul 1. Analiză tip SWOT a sistemelor 5GDHC

Puncte forte	Puncte slabe
<ul style="list-style-type: none"> - transportul apei la temperatură joasă oferă stres termomecanic redus și pierderi de căldură mici; - structură bi-direcțională: posibilitatea de furnizare a căldurii și frigului pe tot parcursul anului; - conducte neizolate din materiale polimerice; - permite integrarea rețelei de energie electrică pentru a stoca surplusul produs de sursele regenerabile. 	<ul style="list-style-type: none"> - costurile de generare a electricității pentru pompele de căldură; - având mai multe echipamente, crește riscul defectării;
Oportunități	Pericole
<ul style="list-style-type: none"> - sinergie între consumatori și stocare sezonieră; - o astfel de rețea poate fi la început de dimensiuni reduse, câteva clădiri conectate într-o buclă închisă asemena unei „insule” care mai apoi se pot conecta între ele și să deschidă calea către un oraș sustenabil care funcționează pe bază de energie regenerabilă și căldură reciclată. 	<ul style="list-style-type: none"> - îngrijorare referitoare la evoluția COP a pompelor de căldură în raport cu prețul.

3. Simulare pentru zona Mărăști din Cluj-Napoca și prezentarea rezultatelor comparativ cu situația actuală

3.1. Situația actuală

Sistemul de climatizare zonală este o tehnologie în continuă evoluție: agentul termic a trecut de la abur la apă, temperaturile de operare sunt în descreștere, iar componentele sistemului s-au schimbat. Soluția ultra-modernă din această lucrare este prezentată ca o perspectivă pentru o soluție



tehnologică mai puțin performantă, actuală, în care agentul termic este transportat la temperaturi între 70 și 110 °C și încălzit prin ardere de combustibili fosili.

În prezent, sistemul de alimentare centralizată cu energie termică, SACET, din Cluj-Napoca se bazează în proporție de 100% pe utilizarea gazului natural, care odată cu energie termică produce și emisii de gaze cu efect de seră. Obiectivele principale pentru următorii ani discutate în strategia locală de dezvoltare [4] sunt reducerea emisiilor GES (gaze cu efect de seră), creșterea ponderii de energie provenită din surse regenerabile și scăderea temperaturii agentului termic.

Concret, pentru eficientizare energetică este necesară implementarea pompelor de căldură într-un sistem descentralizat care transportă apă la temperaturi foarte reduse, facilitând astfel și reducerea pierderilor prin distribuție. Acest deziderat presupune adoptarea unor alte sisteme de încălzire în interiorul locuințelor, precum sisteme de încălzire prin pardoseală, pereți sau ventiloconvectoare.

SACET Cluj-Napoca este compus din trei subsisteme, dintre care pentru analiză a fost considerat doar centrala termică de zonă (CTZ), aferentă zonei Mărăști. Pe platforma CT sunt montate următoarele echipamente: instalația veche având în dotare un cazan de apă fierbinte de 116 MWt și instalația nouă, constituită din echipamente de cogenerare, respectiv trei motoare termice 3x1,5 MWe și 3x1,6 MWt și patru cazane de apă fierbinte de 8, 14, 16 și 24 MWt.

În tabelul următor sunt prezentate valorile anuale, calculate cu ajutorul modelului matematic bazat pe TMY (Typical Meteorological Year), pentru căldura livrată, produsă și conținută în gazul natural [4].

Tabelul 2. Valorile anuale componente bilanțului energetic

Căldura livrată (MWh)	Căldura produsă (MWh)	Căldura conținută (MWh)
35383	72210	90262

Conform [4], randamentul de transport este de 49%, adică mai puțin de jumătate din energia termică produsă este livrată consumatorilor. Aceste pierderi pot fi puse în totalitate pe seama temperaturii ridicate a fluidului și izolației sistemului de distribuție.

Randamentul global este de 39%, adică există pierderi de 61% cauzate de producție și transport. Pe lângă pierderile pe distribuție, această valoare cuprinde și ineficiențele din procesele de ardere a combustibilului și pierderile prin radiație, de la echipamente.

Nivelul anual al emisiilor de CO₂ este 21121 tCO₂.

3.2. Model

Pentru analiză, s-a efectuat simularea unui sistem 5GDHC pentru zona Mărăști deservită de CTZ realizată cu ajutorul nPro App [5]. Cu acest instrument disponibil online se pot realiza diferite opțiuni de design a rețelei, însă scopul acestei lucrări este de a prezenta potențialul sistemelor 5GDHC și de a oferi o viziune critică și comparativă între prezent și viitor. Din aceste cauze, simularea a fost implementată pe modelul rețelei deja existente în Cluj-Napoca.

Sistemul CTZ include 24 de puncte termice, reprezentate de clădiri rezidențiale, conectate printr-o rețea de distribuție cu lungime totală de 31 de km.

Modelul simulează o rețea care deservește încălzirea și răcirea spațiilor și apa caldă de consum. Totalul de energie necesară considerat a fost 35383 MWh, adică valoarea energiei livrate conform [4].



Distribuția necesarului pe clădiri individuale a fost calculat ținându-se seama de suprafață, a cărei valoare a fost aproximată în funcție de numărul apartamentelor branșate [4], și de o valoare a cererii anuale specifice cu valori cuprinse între 134 și 159 kWh/m²/an pentru încălzirea spațiilor, iar pentru apă caldă de consum s-a alocat 9% din necesarul total.

S-au considerat pompe de căldură de tip Bulderus Logatherm WPS 6K-1 montate la fiecare clădire, cu COP (coeficient de performanță) de 5.2 pentru creșterea temperaturii apei de la 16 la 35 °C (în interioriul locațiilor sistemul considerat fiind încălzirea în pardoseală) și COP de 3.8 pentru creșterea temperaturii până la 60 °C, în cazul preparării apei calde. Răcirea s-a considerat ca fiind realizată în mod pasiv, printr-un schimbător de căldură.

Temperatura medie, între conductele rece și cald, este considerată 16 °C. Transportul este prin conducte neizolate din material plastic. Temperatura solului este considerată constantă la o valoare de 8 °C.

Valoarea conductivității termice a solului adoptată este 1.5 W/mK, valoare indicată standard pentru argilă și nămol.

Diametrele interioare ale rețelei sunt de 350, 400 și 450 mm. Rugozitatea conductelor are valoarea 0.007 mm și diferența între rece/cald este de 10 grade. Rezultatele obținute sunt prezentate în tabelele 3,4,5.

Tabelul 3. Prezentarea rezultatelor – căldură

	Căldură	Total anual (MWh)	Vârf anual (kW)
Necesar de căldură al tuturor clădirilor		35383	20658
Parte încălzirea spațiilor		32078	19885
Parte ACM		3305	923
Căldură obținută prin recuperare		-912	---
Import total de căldură al clădirilor		34471	16654
Pierderi de căldură (net)		3974	---
Căldură produsă total		38445	15551

Tabelul 4. Prezentarea rezultatelor – frig

	Frig	Total anual (MWh)	Vârf anual (kW)
Necesar de frig al tuturor clădirilor		3762	8724
Parte răcirea spațiilor		3762	8724
Parte frig de proces		0	0
Frig obținut prin recuperare		-912	---
Import total de frig al clădirilor		2850	8416
Câștig de frig (net)		1791	---
Frig produs total		1058	5759

Tabelul 5. Prezentarea rezultatelor – electricitate

	Căldură livrată	Capacitate totală (kW)	Căldură generată (MWh)	Necesar de electricitate (MWh)	COP
Încălzirea spațiilor prin PC		19885	32078	5592	5.74
ACM PC		924	3305	861	3.84
Răcire pasivă		8723	3762	---	---

3.3. Interpretarea rezultatelor

În tabelul 3 se observă un import de căldură mai mic decât necesarul total, datorat capacității sistemului de a recupera căldura, în cantitatea precizată în dreptul căldurii recuperate. Pierderile de căldură sunt cauzate de ineficiențe de producție și sistemul de distribuție adoptat, anume conducte plastice neizolate termic.



În tabelul 4 este reprezentat necesarul de frig care este comasat în patru luni, iunie, iulie, august și septembrie, conform cu profilul temperaturii aerului pentru un an meteorologic tipic în județul Cluj, preluat din sursele disponibile. Răcirea pasivă este realizată de schimbătoarele de căldură prin intermediul procesului de convecție naturală.

Așadar, pentru aceeași cantitate de căldură produsă, sistemul 5GDHC are un randament total de 92%, în timp ce sistemul actual CTZ are randament total de 39%. Un aspect important este că majoritatea pierderilor în modelul simulat sunt atribuite distribuției agentului termic prin conducte plastice neizolate, spre deosebire de sistemul actual compus din conducte izolate.

3.4. Limitările studiului

Cu toate că rezultatele obținute sunt în baza practicilor standard și valorilor specifice adoptate pentru cazul din Cluj-Napoca, acestea nu iau în considerație factorul uman care intervine în realitate și se bazează pe ipoteza consumului direct proporțional cu temperatura exterioară. În timp ce această valoare nu ar altera dramatic rezultatele, ar aduce cu siguranță o precizie sporită a rezultatelor.

Totodată, din cauza lipsei informațiilor disponibile referitoare la costul real al instalării echipamentelor în țară, apare o incertitudine inerentă asupra estimării costurilor.

4. Posibilitatea Nearly Zero Energy District (nZED)

Provocările actuale de sustenabilitate plasează comunități întregi în centrul revoluției energetice, mai degrabă decât clădiri individuale. Necesitatea dezvoltării de economii cu emisii reduse de carbon și eficiente energetic reprezintă baza sistemelor 5GDHC.

În general, aceste sisteme pot fi concepute cu foarte multă versatilitate. Utilizatorii pot fi cuplați printr-o multitudine de soluții, iar rețelele pot să deservească întregi orașe. Simularea realizată, dar și alte studii sau soluții deja existente, arată o foarte bună conservare a energiei în sistem, iar pierderile prin conducte izolate pot fi aproape zero [6], [7], [8].

Eficiența energetică, utilizarea surselor de energie regenerabilă, uzual incluse în sistemele de încălzire și răcire zonală de ultimă generație, flexibilitatea, scalabilitatea și în final reducerea amprentei de carbon aliniază aceste sisteme cu obiectivele clădirilor Nearly Zero Energy Buildings (nZEB), iar lucrările viitoare pot deschide calea către scenariul ambițios al Nearly Zero Energy District (nZED).

5. Concluzii

Acest articol de cercetare a oferit o prezentare generală a rețelelor 5GDHC, inclusiv principiile, componentele și beneficiile lor. De asemenea, o simulare a unui astfel de sistem a fost propusă spre analiză comparativă cu sistemul actual existent dintr-o zonă din Cluj-Napoca ce deservește 24 de clădiri rezidențiale.

Rezultatele obținute pentru 5GDHC demonstrează o eficiență energetică semnificativ îmbunătățită, prin trecerea de la randamentul total de 39% actual la 92%, utilizând temperaturi de distribuție a agentului termic reduse, de la valori cuprinse între 70 și 110 °C la 16 °C. Totodată, sistemul utilizează surse de energie regenerabile și este descentralizat, oferind astfel sustenabilitate și posibilitatea satisfacerii cererilor de căldură și frig pentru zone mai mari.



6. Bibliografie

- [1] Alastair Brown, Aoife Foley, David Laverty, Seán McLoone, Patrick Keatley, Heating and cooling networks: A comprehensive review of modelling approaches to map future directions, *Energy*, Volume 261, Part B, 2022, 125060, ISSN 0360-5442
- [2] Yixuan Wei, Xingxing Zhang, Yong Shi, Liang Xia, Song Pan, Jinshun Wu, Mengjie Han, Xiaoyun Zhao, A review of data-driven approaches for prediction and classification of building energy consumption, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Volume 82, Part 1, 2018, Pages 1027-1047, ISSN 1364-0321
- [3] <https://www.construction21.org/infrastructure/h/the-5th-generation-heating-and-cooling-grid-of-glasgow.html>
- [4] STRATEGIA LOCALĂ A SERVICIULUI DE ALIMENTARE CU ENERGIE TERMICĂ A CONSUMATORILOR DIN MUNICIPIUL CLUJ-NAPOCA în perioada 2021 – 2031 și perspectiva 2050
- [5] <https://acad.npro.energy/dashboard>
- [6] Oddgeir Gudmundsson, Ralf-Roman Schmidt, Anders Dyrelund, Jan Eric Thorsen, Economic comparison of 4GDH and 5GDH systems – Using a case study, *Energy*, Volume 238, Part A, 2022, 121613. ISSN 0360-5442
- [7] Yichi Zhang, Pär Johansson, Angela Sasic Kalagasidis, Assessment of district heating and cooling systems transition with respect to future changes in demand profiles and renewable energy supplies, *Energy Conversion and Management*, Volume 268, 2022, 116038, ISSN 0196-8904
- [8] <https://5gdhc.eu/5gdhc-in-short/>
- [9] O. Gudmundsson, A. Dyrelund, Comparison of 4th and 5th generation district heating systems, 2021
- [10] Simone Buffa, Marco Cozzini, Matteo D'Antoni, Marco Baratieri, Roberto Fedrizzi, 5th generation district heating and cooling systems: A review of existing cases in Europe, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Volume 104, 2019, Pages 504-522, ISSN 1364-0321
- [11] Marwan Abugabbara, Saqib Javed, Dennis Johansson, A simulation model for the design and analysis of district systems with simultaneous heating and cooling demands, *Energy*, Volume 261, Part A, 2022, 125245, ISSN 0360-5442
- [12] Sven Werner, International review of district heating and cooling, *Energy*, Volume 137, 2017, Pages 617-631, ISSN 0360-5442
- [13] Matthias Sulzer, Sven Werner, Stefan Mennel, Michael Wetter, Vocabulary for the fourth generation of district heating and cooling, *Smart Energy*, Volume 1, 2021, 100003, ISSN 2666-9552
- [14] Alaia Sola, Cristina Corchero, Jaume Salom, Manel Sanmarti, Multi-domain urban-scale energy modelling tools: A review, *Sustainable Cities and Society*, Volume 54, 2020, 101872, ISSN 2210-6707
- [15] O. Angelidis, A. Ioannou, D. Friedrich, A. Thomson, G. Falcone, District heating and cooling networks with decentralised energy substations: Opportunities and barriers for holistic energy system decarbonisation, *Energy*, Volume 269, 2023, 126740, ISSN 0360-5442
- [16] Henrik Lund, Poul Alberg Østergaard, Tore Bach Nielsen, Sven Werner, Jan Eric Thorsen, Oddgeir Gudmundsson, Ahmad Arabkoohsar, Brian Vad Mathiesen, Perspectives on fourth and fifth generation district heating, *Energy*, Volume 227, 2021, 120520, ISSN 0360-5442
- [17] Matteo Bilardo, Federico Sandrone, Guido Zanzottera, Enrico Fabrizio, Modelling a fifth-generation bidirectional low temperature district heating and cooling (5GDHC) network for nearly Zero Energy District (nZED), *Energy Reports*, Volume 7, 2021, Pages 8390-8405, ISSN 2352-4847

STUDIU PRIVIND PROCEDEELE DE TRATARE AVANSATĂ ALE APELOR DE SUPRAFAȚĂ ÎN VEDEREA POTABILIZĂRII ACESTORA

Autor/autori

Alexandra-Ștefania NEMETI^{1*}, Raluca-Alexandra COLCERIU¹

¹Facultatea de Inginerie a Instalațiilor, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Cluj Napoca,
(autorul_correspondent) nemetialexandra2003@yahoo.com

¹Facultatea de Inginerie a Instalațiilor, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Cluj Napoca,
colceriu.alexandra@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: Potabilizarea apei înseamnă eliminarea majorității componentelor organice, anorganice și biologice prezente în apă, astfel încât apa obținută să corespundă standardelor aflate în vigoare, referitoare la apa potabilă. Accentuarea poluării apelor de suprafață, a condus, la necesitatea includerii în schema tehnologică, a procedeelelor de tratare avansată, pentru obținerea apei potabile. Din categoria procedeelelor de tratare avansată fac parte: adsorbția pe cărbune activ, ozonizarea, iradierea cu radiații UV, membrane semipermeabile (microfiltrare, ultrafiltrare inversă, electrodializa, nanofiltrare). Lucrarea prezintă o analiză comparativă a procedeelelor de tratare avansată ale apelor de suprafață.

Cuvinte cheie: filtrare, potabilizare, criterii de calitate, ape de suprafață.

1. Introducere

Apa trebuie să îndeplinească anumite criterii de calitate. Calitatea apei se definește ca un ansamblu de caracteristici fizice, chimice, biologice și bacteriologice, exprimate în valori numerice, care permit încadrarea probei într-o categorie.

Tratarea apei reprezintă un ansamblu de operații tehnologice prin intermediul cărora caracteristicile organoleptice, fizice, chimice și bacteriologice ale apei brute sunt corectate conform condițiilor necesare domeniului de utilizare ale acesteia. Apa brută este apa preluată dintr-o sursă înainte de a fi supusă procesului de tratare sau de utilizare [1].

Figura 1 exemplifică o schemă pentru filtrarea apei:

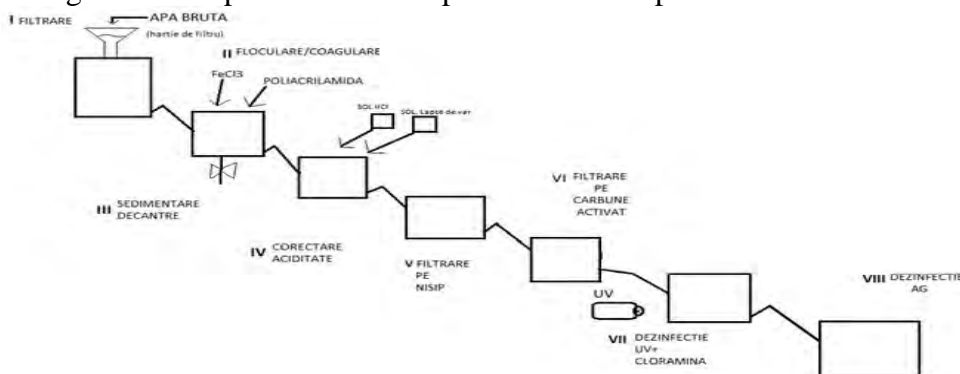


Figura 1 exemplifică o schemă pentru filtrarea apei [2].



2. Procedeele de tratare ale apelor în vederea potabilizării

Sursele de apă conțin impurități care depășesc limitele de potabilitate.

Există 3 categorii majore de tratament al apei:

- tratament pentru obținerea apei de consum;
- tratament pentru obținerea apei destinată unor aplicații industriale;
- tratamentul apelor reziduale pentru a le face acceptabile deversării într-un emisar sau refolosire [3].

Figura 2 cuprinde procedeele de tratare avansată ale apelor de suprafață:

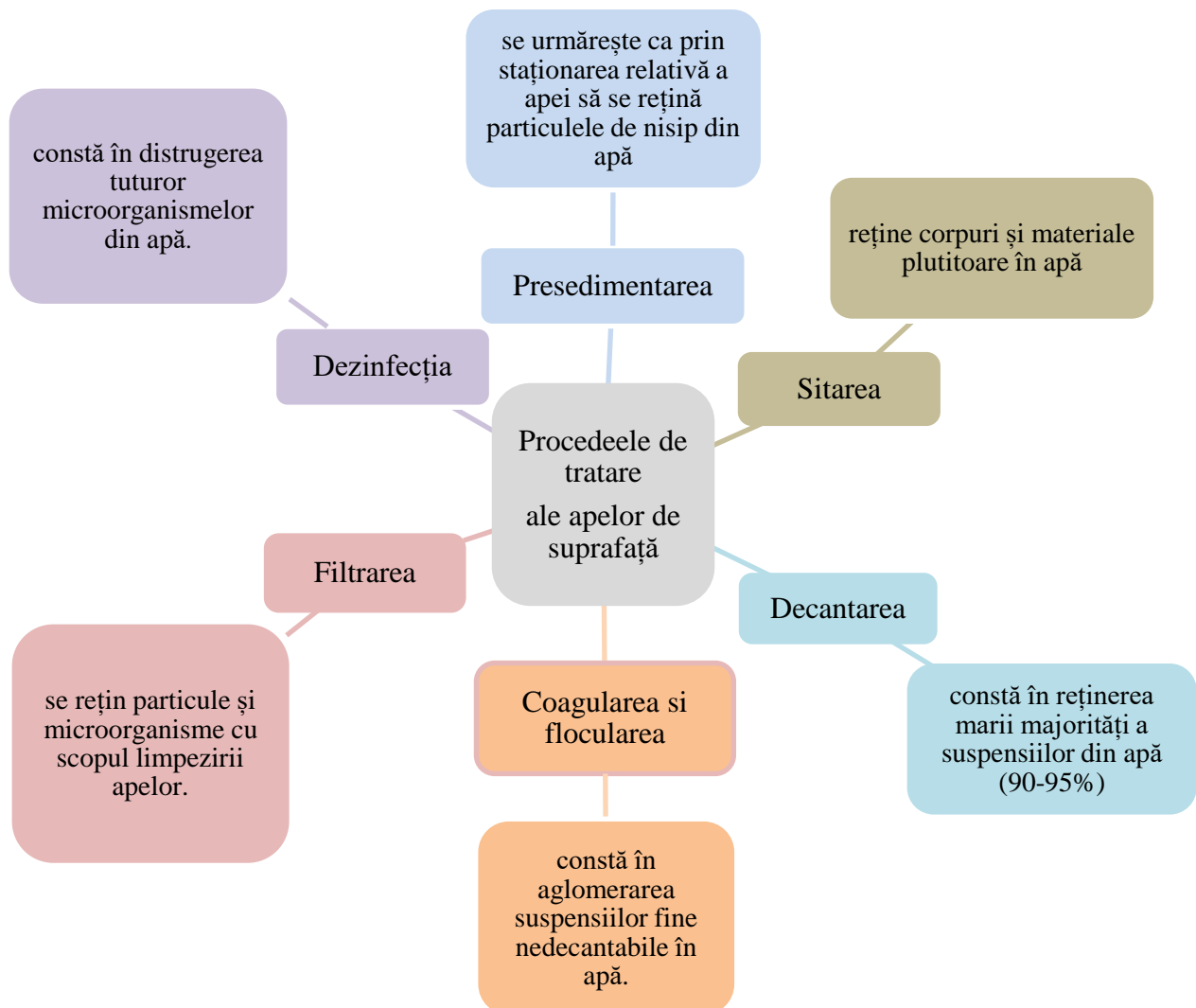


Figura 2 cuprinde procedeele de tratare avansată ale apelor de suprafață.

Procedeele de tratare ale apelor, cum ar fi osmoza inversă, ultrafiltrarea, absorția cu cărbune activ și ultravioletele, sunt capabile să îndepărteze substanțe precum bacterii, virusi, metale grele și substanțe chimice din apă. Cu toate acestea, aceste procedee sunt mai costisitoare și necesită o tehnologie mai avansată și mai multă energie decât procedeele de tratare tradiționale [3].

Indicatorii de calitate ale apelor de suprafață

Epurarea apei reprezintă o succesiune de procedee tehnologice prin care sunt reținute, neutralizate și îndepărtate, elementele impurificatoare din apa uzată. Apa uzată este orice apă care a făcut obiectul unei utilizări și căreia, în procesul de utilizare i s-au modificat caracteristicile fizice, chimice, biologice (microbiologice) și radioactivitatea.

Conductivitatea electrică este mărimea fizică prin care se caracterizează capacitatea unui material de a permite transportul sarcinilor electrice atunci când este plasat într-un câmp electric. Aceasta reprezintă unul dintre cei mai utilizați indicatori în aprecierea gradului de mineralizare a apelor, din următoarele considerente:

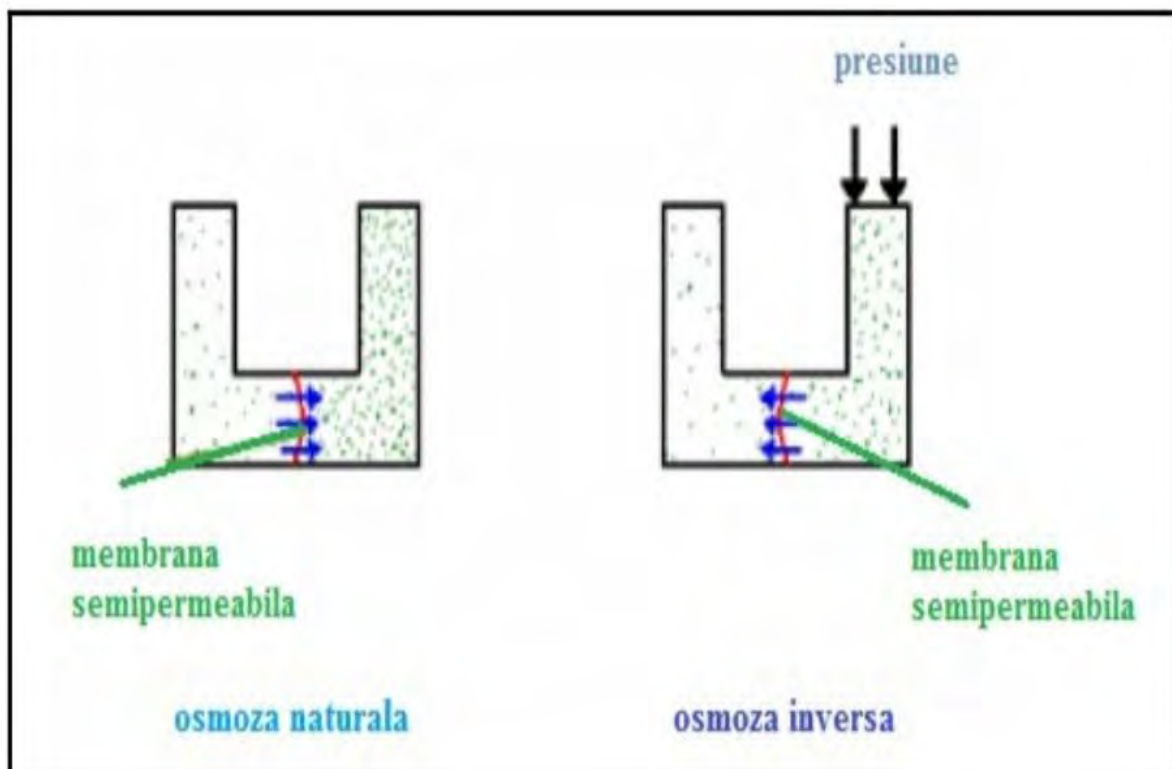
- măsurătorile de conductivitate ale apei permit determinarea conținutului total de săruri dizolvate în apă;
- are avantajul diferențierii dintre sărurile anorganice și organice, pe baza mobilității ionice specifice.

Turbiditatea apei se datorează prezenței în apă a particulelor foarte fine aflate în suspense și care nu sedimentează în timp. Turbiditatea reprezintă efectul optic de împrăștiere a unui flux luminos la trecerea printr-un mediu fluid care conține particule aflate în suspense sau în stare coloidală. Are ca unități de măsură:

- grade de turbiditate (grade de siliciu), reprezintă dispersia razei incidente la trecerea ei printr-o suspensie ce conține un miligram de dioxid de siliciu într-un decimetru cub de apă [1].

Osmoza este fenomenul fizic de amestecare a două soluții cu concentrații diferite, separate printr-o membrană semipermeabilă care permite trecerea solventului, dar se opune traversării substanțelor dizolvate.

În figura 3 este prezentată osmoza naturală și osmoza inversă:



În figura 3 este prezentată osmoza naturală și osmoza inversă [1]



Osmoza inversă apare atunci când membrana semipermeabilă separă două soluții de concentrații diferite și asupra soluției mai concentrate se exercită din exterior o presiune foarte mare, ceea ce determină trecerea moleculelor de solvent prin membrană, de la soluția mai concentrată la cea mai diluată [1].

3. Analiza comparativă a procedeelelor de tratare avansată ale apelor de suprafață

Procedurile de tratare avansată ale apelor de suprafață sunt utilizate pentru a îndepărta substanțele chimice, microorganismele și alte contaminante care pot fi prezente în apă. Aceste proceduri includ diverse tehnologii și metode, fiecare cu propriile lor avantaje și dezavantaje.

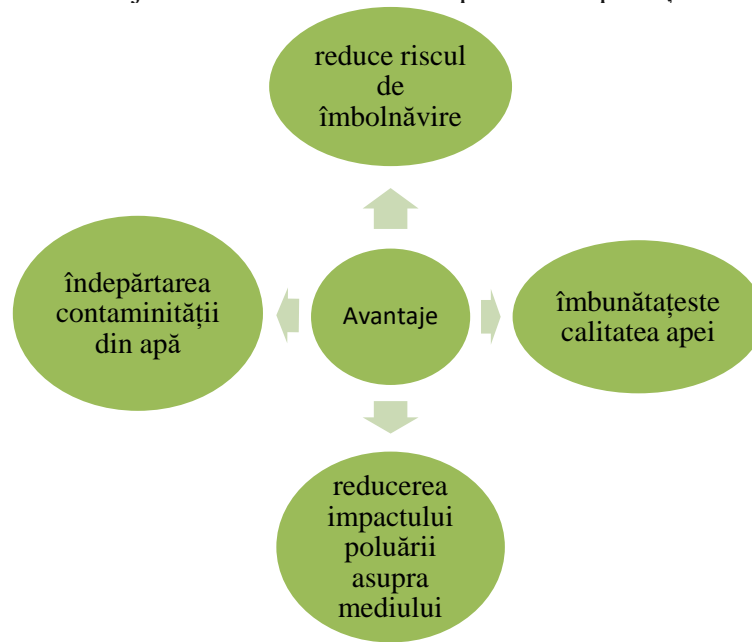
În tabelul 1 se prezintă o analiză comparativă a procedeelelor de tratare avansată ale apelor de suprafață:

În tabelul 1 se prezintă o analiză comparativă a procedeelelor de tratare avansată ale apelor de suprafață:

Ozonizarea	Membrana de osmoza inversă	Tratamentul cu cărbune activat
Tehnologie avansată de tratare a apei, care utilizează ozon pentru a distruge substanțele chimice și microbiene din apă.	Tehnologie de filtrare prin intermediul unei membrane semipermeabile, care permite trecerea moleculelor de apă, dar reține substanțele chimice și alte impurități.	Implică utilizarea unui mediu poros, cum ar fi cărbunele activat, pentru a filtra apa și a îndepărta substanțele chimice și microorganismele.
Eficiența ridicată în îndepărtarea substanțelor.	Eficiență ridicată în îndepărtarea microorganismelor.	Gamă largă de impurități îndepărtate.
Necesitatea unor echipamente specializate pentru generarea ozonului.	Costurile ridicate pentru implementare și funcționare.	Capacitatea limitată de îndepărtare a microorganismelor și necesitatea unei pretratări adecvate.

Acestea sunt doar câteva dintre tehnologiile utilizate pentru tratarea avansată a apei de suprafață. În general, alegerea tehnologiei depinde de tipul și cantitatea de impurități prezente în apa de suprafață, precum și de obiectivele specifice ale procesului de tratare [4].

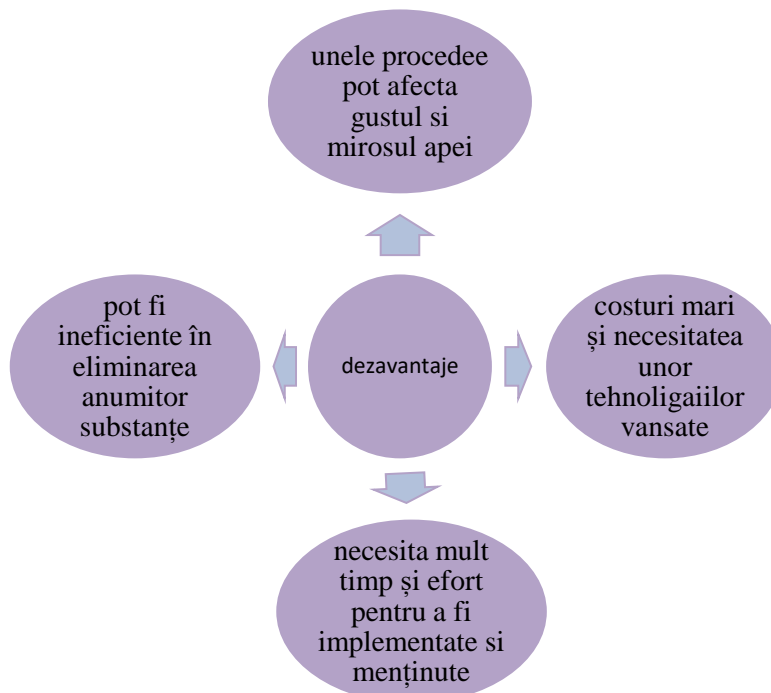
Figura 5 prezintă avantajele tratării avansate ale apelor de suprafață:



În figura 5 sunt prezentate avantajele tratării avansate ale apelor de suprafață.

Avantajele procedeelelor de tratare a apei includ eliminarea particulelor și a sedimentelor prin filtrare, eliminarea bacteriilor și a virusurilor prin procese de dezinfectie, precum și eliminarea substanțelor chimice prin procese de oxidare sau absorbție. Procedeele pot include osmoză inversă sau distilarea apei, care implică îndepărtarea tuturor substanțelor din apă, inclusiv mineralele benefice [1].

În figura 4 sunt prezentate dezavantajele tratării avansate ale apelor de suprafață:



În figura 4 sunt prezentate dezavantajele tratării avansate ale apelor de suprafață.



Un alt dezavantaj al procedeeleor de tratare a apei poate fi eliminarea substanțelor organice din apă, care pot crea compuși chimici dăunători pentru sănătatea umană. De asemenea, procedeele implică utilizarea substanțelor chimice de tratare a apei, care pot fi toxice sau pot crea substanțe chimice de reziduri în apă, ceea ce poate duce la probleme de mediu [1].

4. Concluzii

În concluzie, există mai multe tehnologii și procedee avansate disponibile pentru tratarea apei de suprafață, iar alegerea uneia depinde de tipul și gradul de contaminare a apei, precum și de obiectivele specifice de tratare. Procedeele avansate de tratare a apelor de suprafață reprezintă o serie de tehnologii inovatoare și eficiente utilizate pentru îndepărtarea poluanților din apele de suprafață. Acestea includ o varietate de procese fizice, chimice și biologice, cum ar fi oxidarea avansată, osmoza inversă, nanofiltrarea, filtrarea prin membrane, absorbția, flocularea și sedimentarea.

Procedeele avansate de tratare ale apelor de suprafață au efecte pozitive semnificative asupra calității apei, reducând concentrația de substanțe toxice și eliminând contaminanții organici și anorganici.

De asemenea, aceste procedee sunt utilizate în combinație cu tehnologii tradiționale de tratare a apei pentru a obține o calitate a apei mai bună și pentru a satisface cerințele de calitate a apei în domenii critice, cum ar fi industria alimentară, farmaceutică și de producție.

BIBLIOGRAFIE

1. ILUȚIU – VARVARA D.A., *MATERIALE DE INSTALAȚII*. EDITURA U.T. PRESS, CLUJ – NAPOCA, 2020
2. [HTTPS://WWW.GOOGLE.COM/URL?SA=I&URL=HTTPS%3A%2F%2FAPAMASTTOPMADGEARU.WEEBLY.COM%2FINSTALA355IE-DE-POTABILIZARE-A-](https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fapamasttopmadgearu.weebly.com%2Finstala355ie-de-potabilizare-a-) (ACCESAT LA DATA DE 10.04.2023)
3. [HTTPS://WWW.RASFOIESC.COM/EDUCATIE/GEOGRAFIE/ECOLOGIE/TRATAREA-APELOR-PE-SUPRAFATA95.PHP](https://www.rasfoiesc.com/educatie/geografie/ecologie/tratarea-apeilor-pe-suprafata95.php) (ACCESAT LA DATA DE 12.04.2023)
4. [HTTPS://WWW.SCRIBD.COM/DOCUMENT/349871797/TRATAREA-APELOR-DE-SUPRAFA%20A3%20C4%83-METODE-CHIMICE](https://www.scribd.com/document/349871797/tratarea-apeilor-de-suprafata%20a3%20c4%83-metode-chimice) (ACCESAT LA DATA DE 15.04.2023)



PROIECTAREA UNEI INSTALAȚII FOTOVOLTAICE PENTRU O CLĂDIRE EDUCAȚIONALĂ

Autori

Dragoș-Valentin I. Oltean¹, Florin Gheorghe G. Rus²

¹Facultatea de Inginerie a Instalațiilor, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, olteandragos6@gmail.com

²Facultatea de Inginerie a Instalațiilor, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, florin03rus99@gmail.com

Îndrumător

Conf. Dr. Ing. Calin Nicolae Ciugudeanu³

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

REZUMAT: *Lucrarea are la bază conceperea unui sistem de panouri fotovoltaice, menit să acopere necesarul de energie electrică pentru iluminat într-o instituție publică, mai exact o școală cu regim de înălțime P și o suprafață construită de 1270 m² amplasată în orașul Cluj-Napoca. Sistemul va fi amplasat pe acoperișul-terasă al clădirii, pentru o economie și utilizare mai eficientă a spațiului și a maximiza producerea de energie electrică. Acestea sunt rezultatele în urma unei simulări efectuate cu ajutorul software-ului PVWatts Calculator pentru un sistem fotovoltaic de 20kW.*

După cum ne așteptam, perioada cu cel mai mare randament va fi cea de primăvara-vară, urmând ca în perioada de toamnă-iarnă, randamentul să fie unul mai scăzut datorită radiațiilor solare mai reduse. Din simularea prezentată putem observa că cea mai bună productivitate în decursul unui an o avem în luna August cu 2,803 [kWh], iar cea mai slabă productivitate o avem în luna Decembrie cu 352 [kWh] și cu o diferență de 2,451 [kWh] între acestea.

În cazul în care energia produsă de acest sistem în lunile defavorizate din cursul anului nu va fi suficientă pentru a satisface necesarul de energie a consumatorului, aceasta va fi suplimentată cu energie electrică din rețeaua publică.

Cuvinte cheie: fotovoltaice, reducerea poluării, energie regenerabilă, clădiri verzi.

1. Introducere

O instituție publică este o clădire gândită să funcționeze aproape zilnic și cu o durată lungă de viață. Având în vedere cerințele secolului în care trăim, schimbările la nivel global, nivelul ridicat de poluare și altor procese care afectează negativ mediul în care trăim, dorim o schimbare, dorim reducerea poluării prin diferite metode, așa că implementarea sistemelor de utilizare a energiei regenerabile este una dintre soluții, însă totodată reducem și costurile de utilizare și funcționare a acestora adăugând încă un beneficiu major al acestor sisteme.

Sistemele de panouri fotovoltaice în funcție de modul de funcționare pot fi de diferite feluri: on-grid, off-grid și hibrid.[3] Fiecare dintre acestea prezintă avantaje și dezavantaje, având costuri diferite de achiziție, montaj și întreținere. Echipamentele folosite se aleg în funcție de sistemul ales și de nevoile beneficiarului.



Sistemul on-grid, prezintă avantajul costurilor reduse de montaj și achiziție deoarece lipsa acumulatorilor scoate din calcul achiziția și montajul acestora, fiind conectat la rețeaua națională, evităm cu ușurință penele de curent în cazul unei slabe producții de energie. [2] Un dezavantaj ar putea fi considerat faptul că nu putem ajunge la o independență energetică de 100% față de rețeaua națională din cauza lipsei bateriilor de stocare. Sistemele de panouri offgrid tind spre o independență de 100%, având baterii de stocare, dar riscul producerii a unei pene de curent este ridicat din cauza lipsei conexiunii la rețeaua națională și din cauza vremii, vremea fiind un factor principal și care influențează mult productivitatea acestora care este mai scăzută pe timp de iarnă din cauza lipsei radiațiilor solare, în zilele înnorate și ploioase acestea neavând o sursă constantă de energie. Sistemul hybrid este un rezultat a unei combinații dintre sistemul on-grid și cel off-grid, având baterii pentru stocare a surplusului energetic produs de panouri, dar fiind conectat și la rețeaua națională în cazul în care bateriile de stocare sunt pline, surplusul va fi introdus în rețea și în caz contrar rețeaua va alimenta sistemul cu energia lipsă. Pe piața există mai multe tipuri de panouri fotovoltaice, după tehnologia de fabricare, acestea sunt împărțite în trei categorii:

- panouri fotovoltaice mono-cristaline; - panouri fotovoltaice policristaline;
- panouri fotovoltaice amorfe (tip film).

Panourile de tip mono-cristaline (Figura1) sunt cele mai avansate ca tehnologie, au o culoare neagră intensă, iar în construcția lor se folosește doar un singur cristal de siliciu pur. Acestea au randament de captare a energiei solare - în jur de 20%, având ca urmare un cost mai ridicat de achiziție. [7]

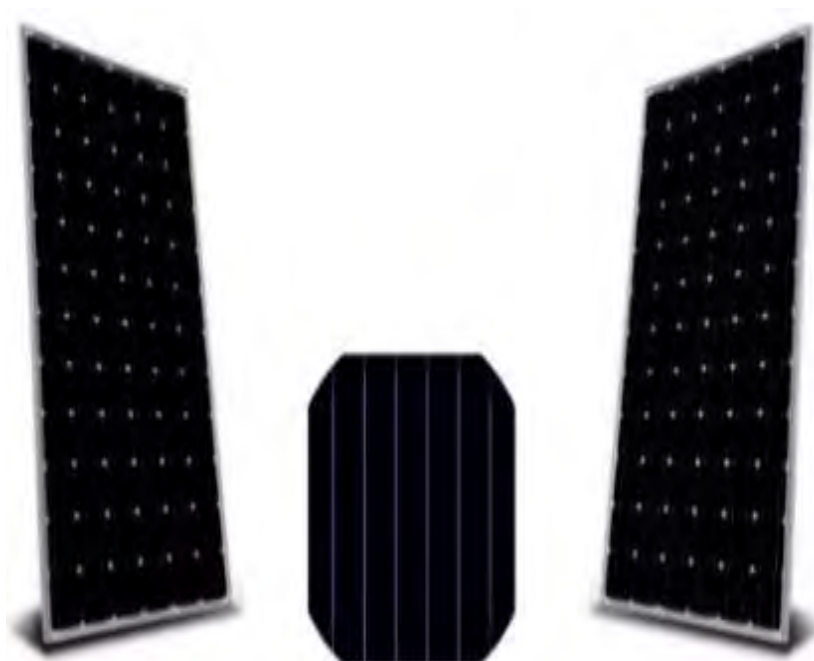


Figura1. Model panou mono-cristalin



Panourile de tip policristaline (Figura 2) sunt mai puțin avansate în tehnologie decât cele mono-cristaline, acestea fiind compuse din fragmente de siliciu topit. Performanțele panourilor policristaline sunt mai scăzute cu doar 17% față de panourile mono-cristaline, dar bifăm ca avantaje costurile mai scăzute de fabricație și achiziție a acestora.[6]



Figura 2. Model panou policristalin

În cazul panourilor amorfe se folosește doar siliconul amorf, acestea având cea mai slabă performanță cu o capacitate de absorbție a energiei solare de 11-13%.

România are un potențial mare când vine vorba despre producția de energie electrică prin utilizarea panourilor fotovoltaice. Climatul însoțit din România este unul dintre cele mai favorabile din Europa. Cu toate acestea, doar 15% din mixul de energie electrică al țării noastre provine dintr-o astfel de sursă. În 2021, producția României de energie electrică din surse regenerabile a fost de 1.8 [tWh], aceasta crescând de la an, la an datorită popularității acestora și pentru că au devenit tot mai ușor accesibile pentru potențialii consumatori, datorită reducerii costurilor de instalare și a diversității pe piață. Criza energetică, războiul care se află în desfășurare și scumpirile din ultima perioadă, au oferit un boost în domeniul energiei regenerabile, tot mai mulți oameni alegând să implementeze astfel de sisteme în locuințele lor. În prezent pentru țara noastră, ca exemplu de investiție în acest domeniu putem să luăm parcul solar din jud. Satu-Mare, com. Ciuperceni (Figura 3).[5] Acest proiect se întinde pe o suprafață de cca. 135 [ha], și având un număr de peste 230.000 de panouri, această investiție de mare anvergură ajută mediul prin reducerea emisiilor de CO₂ cu aprox 50.000 [t] pe an și producerea de energie electrică de peste 80 [GWh] pe an, energie care ar putea alimenta peste 30.000 de gospodării.



Figura.3 Parc fotovoltaic, jud.Satu Mare

2. Studiu de caz

Pentru realizarea acestui studiu de caz am folosit o clădire educațională cu o suprafață de 1270m², dorind să implementăm un sistem de panouri fotovoltaice care pentru început să asigure energia electrică folosită de corpurile de iluminat ale acestei clădiri. Cu ajutorul software-ului Dialux Evo 10.1 am estimat consumul de energie anual fiind cuprins între 75008750 [kWh/a] (tabel 1).

Consum	7500-8750 kwh/a
LENI	9-11 kwh/a/m ²

Tabel 1- Consum energie

Clădirea are în dotare diferite modele de aparate de iluminat cu tehnologia LED, alese pentru a avea o eficiență crescută și un consum mai scăzut de energie. Nivelele de iluminat au fost alese în funcție de destinația încăperii, fiecare având rezultatele diferite în funcție de corpurile de iluminat.

Cu ajutorul software-ului PVGIS,[1] am efectuat simulări în diferite orașe ale țării, din diferite zone geografice pentru un sistem fotovoltaic de 20 kW: Cluj, Timișoara, Craiova, Iași și București. Datorită orientării sudice și a unghiului optim de înclinare, cuprins între 34°-36°, am obținut diferite valori în producția anuală de energie fotovoltaică (Figura 5). Cel mai bun rezultat l-am obținut pentru orașul Craiova cu o producție de 24.965,88 [kWh/a], însă cel mai rău rezultat a fost obținut în orașul Cluj-Napoca cu o producție de 22.448,48 [kWh/a].

În cazul acestui studiu, am analizat o clădire educațională situată în județul Cluj-Napoca. Am obținut o producție de energie datorită panourilor fotovoltaice de 22.448,48 [kWh/a]. Am decis să optăm pentru un sistem de panouri fotovoltaice care produce energia electrică, necesară acoperirii consumului clădirii pentru iluminat. Sistemul fotovoltaic propus va produce în luna decembrie cca. 705.5 [kWh], fiind luna cu ziua cea mai scurtă și consumul cel mai ridicat. În luna iulie s-a obținut maximul de producție, respectiv 3.145,9 [kWh]. Chiar dacă consumul este redus în lunile de vară și producția este mai ridicată, surplusul de energie se va livra în rețeaua publică pentru a beneficia de mecanismul Pl de compensare cantitativă.

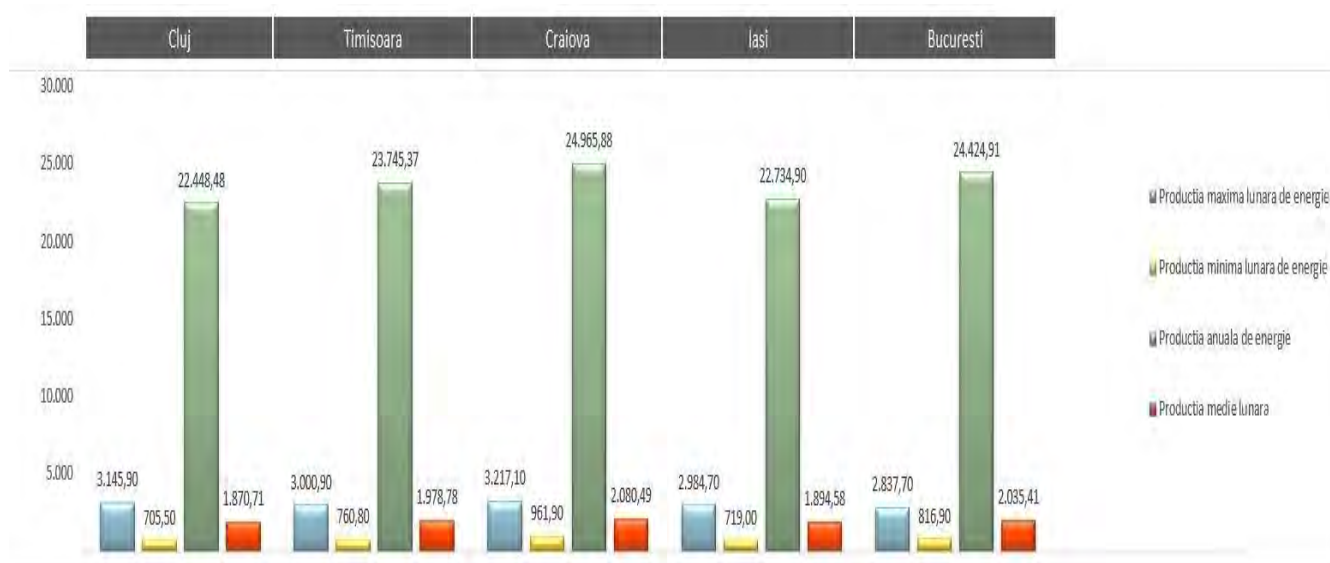


Figura 4. Rezultatele producției în funcție de fiecare oraș

Am analizat prețurile de energie electrică din România, conform A.N.R.E.[4] (Figura 5) și am constatat că prețul mediu pentru un [kWh] este de 1,59 lei. Au fost luate în calcul cca. 30 de oferte de la mai mulți furnizori din piață – aferente clienților non casnici.

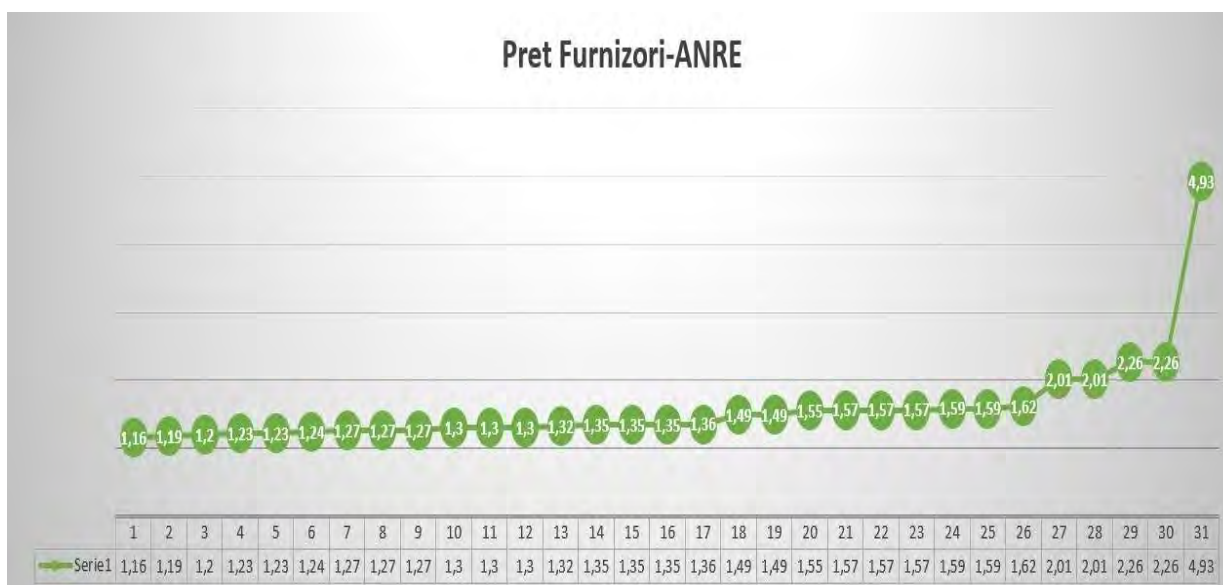


Figura 5. Pret furnizori/[kWh] ANRE

Conform site-ului Solarm.ro, prețul unui kit complet de panouri fotovoltaice cu puterea de 20 [kWh] este estimat la 64.000 lei fara TVA, excluzând costurile de montaj, proiectare, avizare, punerea în funcțiune și mentenanță.[8] Cu un consum maxim anual de 8750 [kWh] și utilizând prețul mediu calculat de 1,59 lei/kWh, amortizarea investiției va dura minim 5 ani.



3. Concluzia

Această lucrare are ca scop studiul pentru implementarea și utilizarea sistemelor fotovoltaice în instituțiile publice și nu numai. Această idee este una de luat în considerare pentru reducerea poluării și a costurilor de funcționare a clădirilor, sperând ca în viitorul apropiat, tot mai multe clădiri să utilizeze un astfel de sistem pentru a crea un mod de funcționare cât mai prietenos și eficient, potrivit mediului în care trăim. Chiar dacă în perioadele de producție mai scăzută, aceste sisteme nu pot duce la o independență de 100% față de rețeaua națională, modul în care aceste tehnologii evoluează, ne face să credem că în viitorul apropiat tot mai mulți consumatori de energie electrică o să-și îndrepte atenția spre astfel de sisteme. Chiar dacă achiziția lor este destul de costisitoare, se poate observa că aceste tipuri de investiții se amortizează rapid în perioada de funcționare, dacă au fost alese și implementate corect. Pentru studiul făcut, un astfel de sistem după o amortizare de 5 ani va aduce un venit anual de 21.780 lei, dacă surplusul se va vinde la prețul de achiziție.

BIBLIOGRAFIE

- [1] https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/#api_5.1 -accesat la data de 25/04/2023
- [2] https://www.spy-shop.ro/blog/ce-este-un-sistem-fotovoltaic-avantajele-panourilorsolare?gclid=CjwKCAjw9J2iBhBPEiwAErwpecMxeyVpmTErUNImcpmW3lG9jN9KfbnPita9yh4XyqER_cma3tqNXhoCx0QQAvD_BwE -accesat la data de 24/04/2023
- [3] <https://www.viessmann.ro/ro/care-este-diferenta-intre-un-sistem-fotovoltaic-ongrid-unul-off-grid-si-unul-hibrid.html> -accesat la data de 24/04/2023
- [4] <https://anre.ro/comparator-energie-electrica/> -accesat la data de 27/04/2023
- [5] <https://portalsm.ro/2013/11/parcul-fotovoltaic-de-la-ciuperceni-al-doilea-camarime-din-europa-inceput-probele-tehnice/> -accesat la data de 25/04/2023
- [6] <https://panourifotovoltaice.online/policristaline/> -accesat la data de 24/04/2023
- [7] <https://panourifotovoltaice.online/monocristaline/> -accesat la data de 24/04/2023
- [8] <https://solarm.ro/acasa/36-KIT-panouri-fotovoltaice-20kW.html> -accesat la data de 30/04/2023



STUDIUL PRIVIND FACTORII CARE CONTRIBUIE LA COROZIUNEA CONDUCTELOR DIN ALIAJE FEROASE

Autori

Miruna-Elena PĂLTINEAN^{1*}, Alina-Paula-Daniela COSTEA¹

^{1*}Facultatea de Inginerie a Instalațiilor, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Cluj Napoca, pmiruna2003@gmail.com
(autorul corespondent)

¹Facultatea de Inginerie a Instalațiilor, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Cluj Napoca, acostea53@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 prezintă un studiu referitor la factorii care contribuie la coroziunea conductelor din aliaje feroase (fonte și oțeluri). Se va realiza o analiză comparativă a factorilor care influențează coroziunea chimică și electrochimică a conductelor din aliaje feroase. Factorii care contribuie la coroziunea conductelor din aliaje feroase sunt interni (natura, structura și compoziția aliajului sau a mediului); externi (natura agenților corozivi sau temperatura); timpul/durata; presiunea soluției; viteza de curgere a soluției; concentrația electroliților; pH-ul soluției etc.*

Cuvinte cheie: coroziune, conducte metalice, soluții acide, soluții apoase, rugină, fonte.

1. Introducere

Termenul de coroziune este convențional și cuprinde o serie de procese, de schimbări chimice și electrochimice prin care metalele trec dintr-o formă elementară într-o formă combinată. Această trecere este posibilă, deoarece în natură, în mod obișnuit, metalele se găsesc sub formă combinată ca: oxizi, carbonați sau hidroxizi, a căror energie liberă este mai mică decât a metalului pur, ceea ce determină tendința naturală a metalelor de a trece la forme cu energie liberă mai redusă. Prin coroziune se înțelege distrugerea materialelor datorită reacțiilor chimice sau electrochimice cu mediul înconjurător. Atacul chimic direct este posibil la toate materiile prime folosite în industrie, în timp ce atacul electrochimic nu apare decât la metale, deoarece numai ele posedă electroni liberi [1].

În practică, fenomenele de coroziune sunt de obicei extrem de complexe și apar sub cele mai diferite forme, motiv pentru care, o clasificare riguroasă a tuturor acestor fenomene nu este posibilă, între diferite clase existând întrepătrunderi [2].

Obiectivul prezentei lucrări îl constituie identificarea factorilor care contribuie la fenomenele de coroziune ale conductelor din aliaje feroase, precum și metodele de protecție ce pot fi aplicate.

2. Generalități privind coroziunea conductelor din aliaje feroase

În epoca contemporană de intensă dezvoltare industrială, când consumul de metale și utilaje este în continuă creștere, apare ca deosebit de importantă, în special pentru cele feroase, preocuparea pentru protejarea acestora împotriva distrugerii prin coroziune.

Pierderile de metale și aliaje produse de coroziune reprezintă aproximativ o treime din producția mondială. Chiar dacă se consideră că o parte din metal se reîntoarce în circuit prin retopire, totuși aceste pierderi totalizează în cazul fierului cel puțin 10-15% din metalul obținut prin topire.

Pagubele provocate de coroziune sunt legate nu numai de pierderile de metal, ci și de faptul că utilajele, construcțiile, piesele etc. distruse de coroziune au un cost mult mai mare decât al materialului din care sunt confecționate. Dacă la acestea se adaugă și cheltuielile pentru repararea pagubelor provocate de coroziune, montarea aparatului de înlocuire, utilizarea materialelor anticorozive scumpe, aplicarea metodelor de protecție anticorozivă, cât și faptul că aproape în toate



domeniile industriei se pune problema protecției anticorozive, ne dăm seama de importanța economică pe care o prezintă coroziunea [3].

3. Tipuri de coroziune

Există mai multe criterii după care se pot clasifica tipurile de coroziuni. Dintre acestea, cele care reflectă cel mai concret tema lucrării sunt următoarele:

- tipul mecanismului de desfășurare;
- aspectul distribuției atacului;
- mediul în care are loc atacul.

a) După mecanismul de desfășurare se disting două tipuri de coroziune:

- chimică,
- electrochimică.

Coroziunea chimică care se referă la procesele de distrugere a metalelor și aliajelor care se produc în gaze uscate, precum și în lichide fără conductibilitate electrică și în majoritatea substanțelor organice [1].

Coroziunea chimică a metalelor sau aliajelor se produce prin reacții ce se desfășoară la suprafața acestora în contact cu gaze uscate sau soluții de neelectroliti.

Produsele care rezultă sub acțiunea acestor medii rămân, în general, la locul interacțiunii metalului cu mediul coroziv, sub formă de pelicule de grosimi și compoziții diferite.

În funcție de proprietățile lor fizico-chimice, peliculele de coroziune exercită o influență importantă asupra desfășurării ulterioare a procesului de coroziune, a cineticii acestuia, putându-l frâna într-o măsură mai mare sau mai mică [4].

Sub acțiunea oxigenului din aer sau a altor medii care conțin oxigen, metalele se acoperă cu pelicule de oxizi a căror grosime depinde de temperatura și timpul de încălzire, după cum se prezintă în Tabelul 1.

Tabelul 1. Proprietățile diferitelor tipuri de pelicule [3].

Felul peliculei	Grosimea peliculei [Å = Ångström]	Proprietățile peliculei
Pelicule subțiri	Sub 400 Å	Nu protejează din cauza rezistenței reduse pe care o opune difuziunii agentului coroziv.
Pelicule medii	Între 400-5000 Å	Prezintă proprietăți de protecție a suprafeței metalice.
Pelicule groase	Peste 5000 Å	Protecție inefficientă deoarece se fisurează sub acțiunea tensiunilor interne.

1 Å = 100 picometri.

Dizolvarea metalelor în soluții acide apoase se petrece cu degajare de hidrogen gazos și formarea sărurilor corespunzătoare. De exemplu, când metalele asemeni Zn, Fe pur sau Al sunt introduse în soluții de acid clorhidric (HCl), au loc următoarele reacții chimice (1-3).



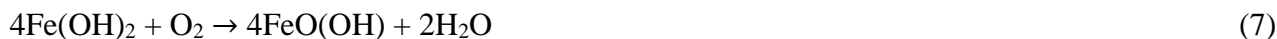
Reacția plumbului (Pb) într-o soluție de acid sulfuric (H_2SO_4) conduce rapid la formarea sulfatului de plumb (PbSO_4) (4) greu solubil, care formează un strat compact pe suprafața metalului și procesul de coroziune încetează.



Coroziunea metalelor se poate produce în apă curentă, apă de mare, soluții de săruri sau soluții alcaline. În toate aceste medii, coroziunea se produce numai dacă este prezent oxigenul dizolvat.



Soluțiile apoase dizolvă rapid oxigenul (O_2) din aer și acesta reprezintă sursa de oxigen necesară procesului de coroziune. Cel mai obișnuit tip de coroziune este ruginirea fierului, când acesta este expus în atmosferă umedă sau apă, conform reacțiilor (5-7).



Fierul se combină cu apa și cu oxigenul, cu formare de hidroxid feric ($Fe(OH)_3$), un produs roșu brun, insolubil, conform reacției chimice (8).



În atmosferă, datorită posibilității de uscare, hidroxidul feric ($Fe(OH)_3$) se deshidratează și se formează rugina (oxidul roșu-brun de fier), conform reacției chimice (9).



Metalele pot fi atacate coroziv și în soluții care nu conțin nici oxigen dizolvat și nici acizi. Exemple tipice de astfel de soluții sunt cele ale sărurilor oxidate, cum ar fi cele ferice sau cuprice. Reacțiile de coroziune în cazul imersiei zincului în soluții de săruri sunt următoarele (10, 11).



În reacția anterioară se descrie *cementarea cuprului*.

Coroziunea electrochimică se caracterizează prin faptul că metalul reacționează cu electrolitul aflat în contact cu el. Soluția și metalul sunt străbătute, în acest caz, de un curent electric, generat de procesele electrochimice care se desfășoară la limita celor două faze. Apariția coroziunii electrochimice impune existența: anodului, catodului, electrolitului și a unui conductor, deci a unui element galvanic.

Reacții chimice care pot avea loc la coroziunea electrochimică sunt prezentate mai jos (12-15).

Reacția privind reducerea ionilor ferici la ioni feroși este prezentată mai jos (12).



Reacțiile (13-15) cu degajare de hidrogen (H_2) pe suprafața metalelor sunt prezentate mai jos [5].



b) În funcție de distribuția atacului există câteva zeci de tipuri de coroziune care pot fi grupate în două categorii:

- ❖ coroziunea uniformă,
- ❖ coroziunea localizată.

În Figura 1 se prezintă schematic clasificarea tipurilor de coroziune după distribuția atacului.

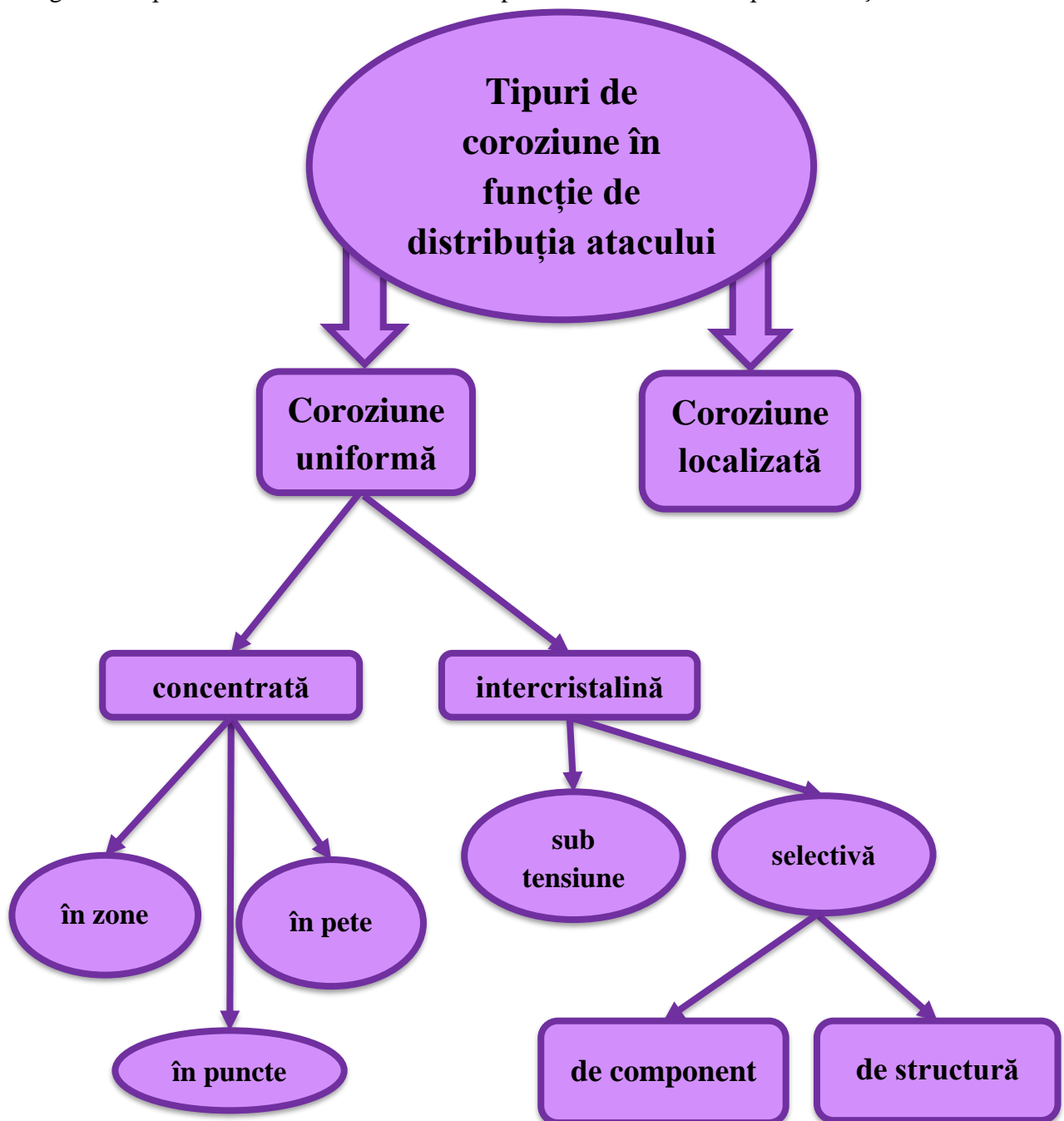


Figura 1. Clasificarea tipurilor de coroziune în funcție de distribuția atacului.

c) Clasificarea tipurilor de coroziune după mediul în care are loc atacul

În Figura 2 se prezintă clasificarea tipurilor de coroziune după mediul în care are loc atacul.

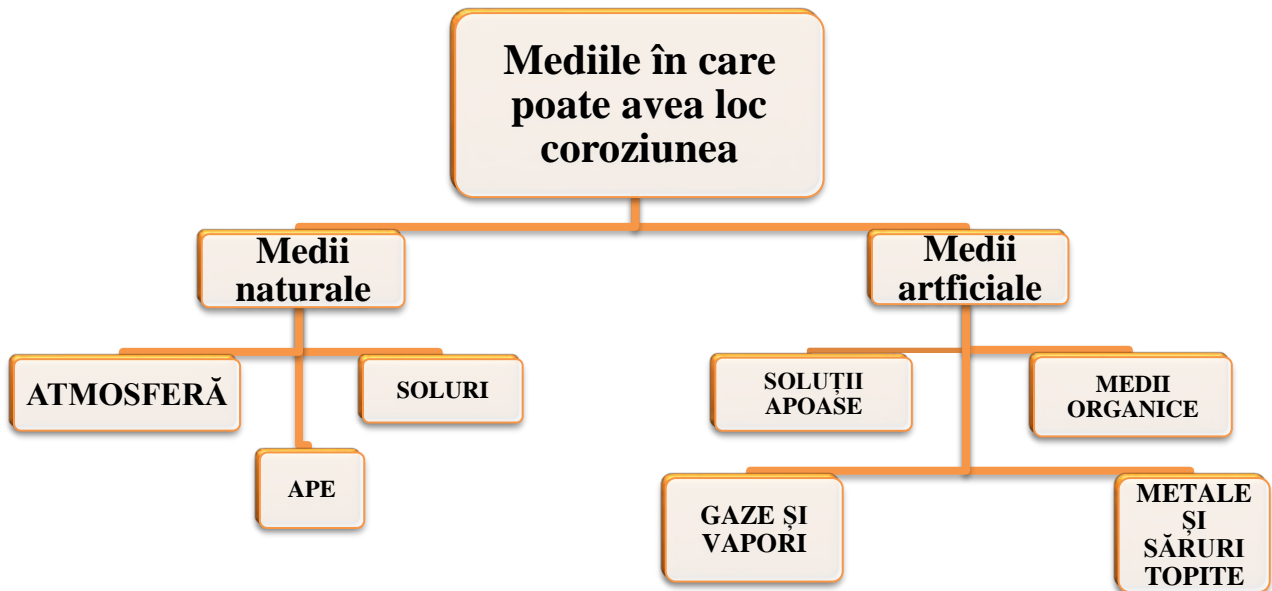


Figura 2. Clasificarea tipurilor de coroziune după mediul în care are loc atacul [6].

4. Tipuri de conducte din aliaje feroase cu aplicabilitate în domeniul ingineriei instalațiilor

-**conduce din fontă cenușie** (fontă de presiune / fontă de a doua turnare) reprezintă materialul utilizat în exclusivitate la realizarea conductelor până în anii 1970. Aceasta se caracterizează prin: rezistență mecanică bună și rezistență bună la coroziune. Conductele pentru rețelele de apă potabilă erau protejate în interior cu bitum aplicat prin citomare.

-**conduce din fontă gri** este un tip special de fontă care conține și siliciu. De obicei, conductele din fontă gri sunt emailate sau cimentate pe interior.

-**conduce din fontă ductilă** (fontă nodulară/fontă de a treia turnare)

Fonta ductilă este o fontă cu proprietăți speciale. Conductele realizate din fonta de presiune s-au înlocuit cu cele din fontă ductilă. Aceasta prezintă o rezistență foarte bună la coroziune, ceea ce o recomandă pentru montarea subterană. Fonta ductilă se deosebește de fonta gri prin următoarele proprietăți mecanice: elasticitatea, rezistența la șocuri, alungirea etc.

-**țevă neagră din oțel;**

-**țevă din oțel zincată** (galvanizată);

-**țevă din oțel laminat.**

Conductele din oțel inox, sunt destinate pentru: instalații de apă potabilă; instalații de apă tratată; transportul fluidelor tehnologice; instalații antiincendiu; instalații de încălzire, răcire și solare; instalații de aer comprimat etc [7].

5. Factorii care influențează coroziunea

În Figura 3 se prezintă factorii care influențează coroziunea chimică.

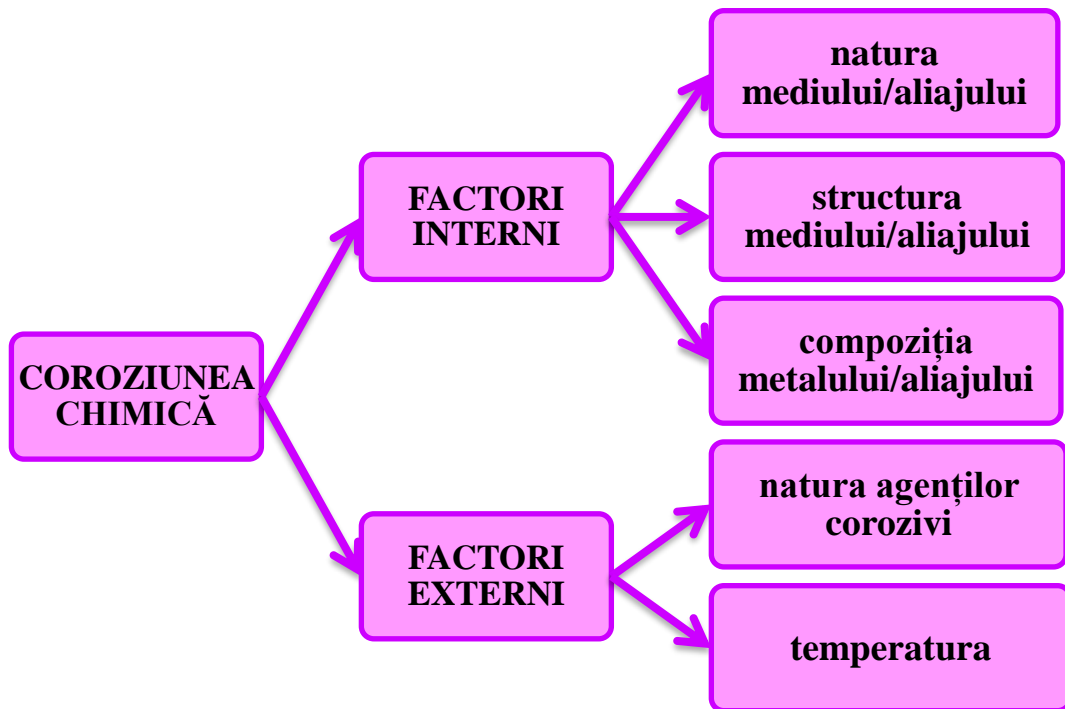


Figura 3. Factorii care influențează coroziunea chimică.

În Figura 4 se prezintă factorii care influențează coroziunea electrochimică.

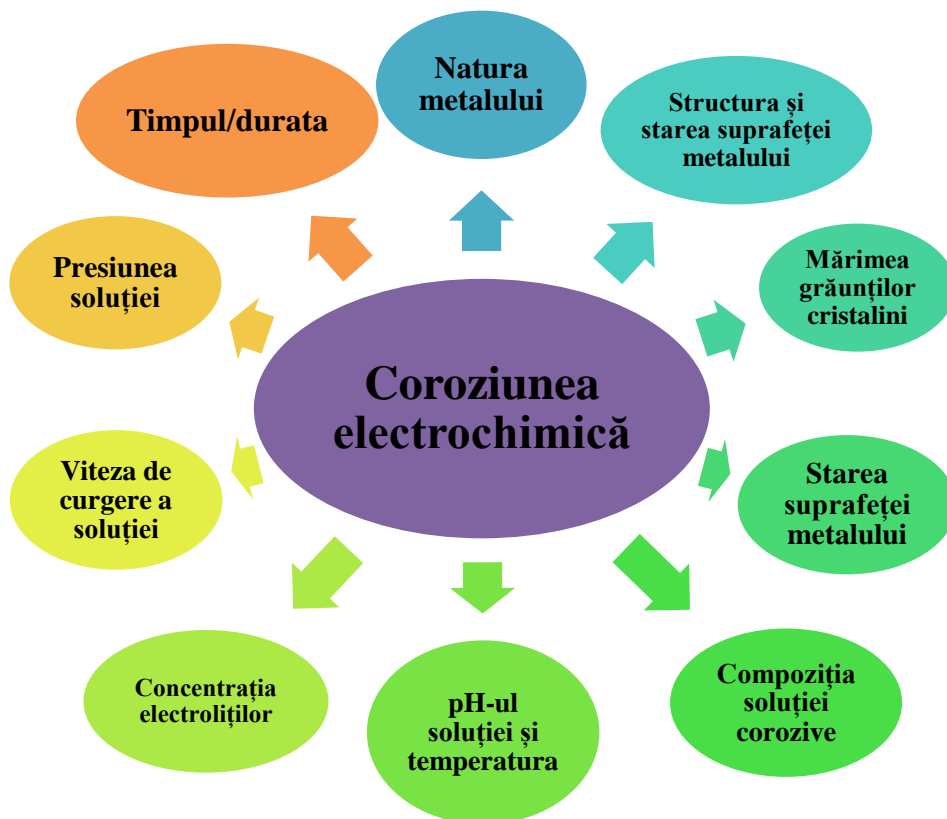


Figura 4. Factorii care influențează coroziunea electrochimică.



6. Efectele coroziunii asupra calității conductelor utilizate în instalații

Coroziunea aliajelor feroase din care sunt realizate conductele afectează:

- calitatea peretelui interior al conductei;
- calitatea apei; prin reacțiile chimice care pot avea loc între apă și constituenții materialelor conductelor,
- rezistența hidraulică a conductei; aceasta are efect asupra reducerii capacității de transport a conductei;
- calitatea peretelui exterior al conductei metalice neprotejate, asociat cu fenomenele de abraziune care favorizează: apariția fisurilor (în zonele suprasolicitate mecanic); creșterea pierderilor de apă; generarea fenomenelor de distrugere în lanț.

7. Metode de protecție anticorozivă a materialelor metalice

În Figura 5 sunt prezentate metode de protecție anti-corozive ce pot fi aplicate asupra mediului coroziv.

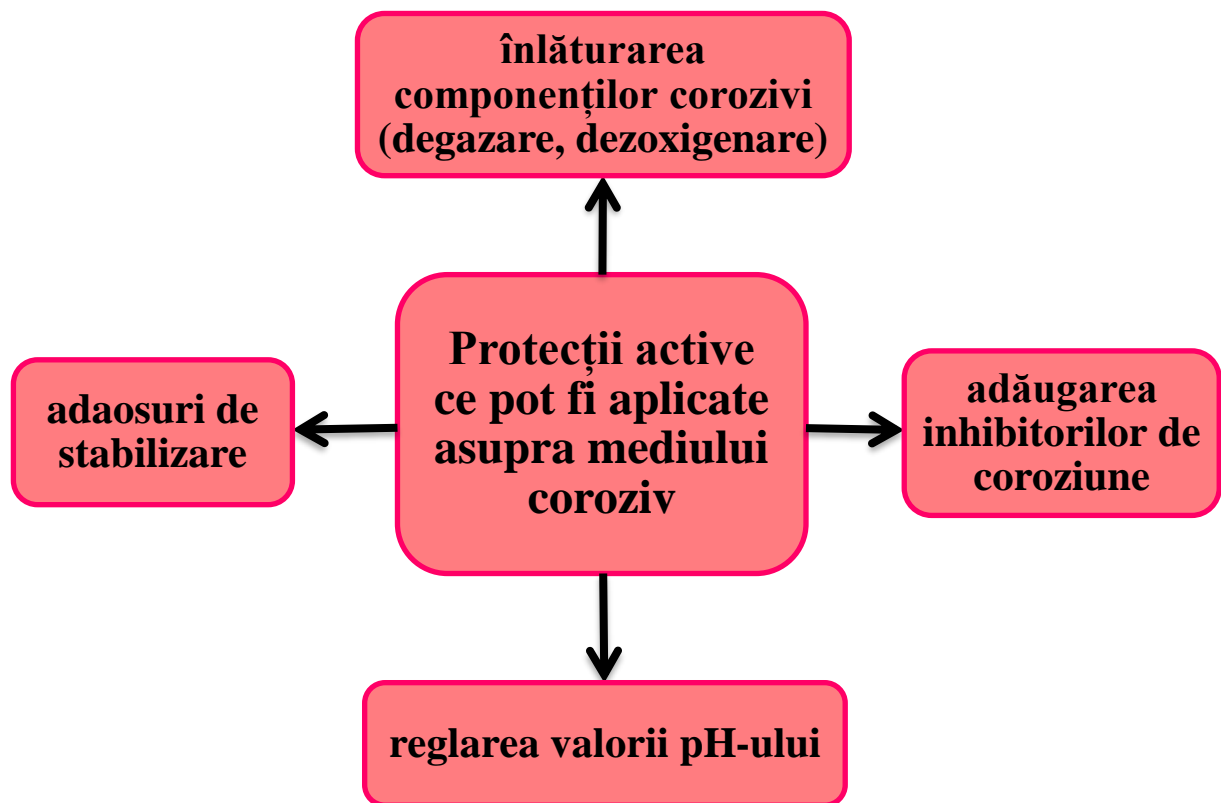


Figura 5. Protecții active ce pot fi aplicate asupra mediului coroziv.

În Figura 6 sunt prezentate metodele de protecție anti-corozivă care pot fi aplicate aliajelor feroase (fonte și oțeluri).

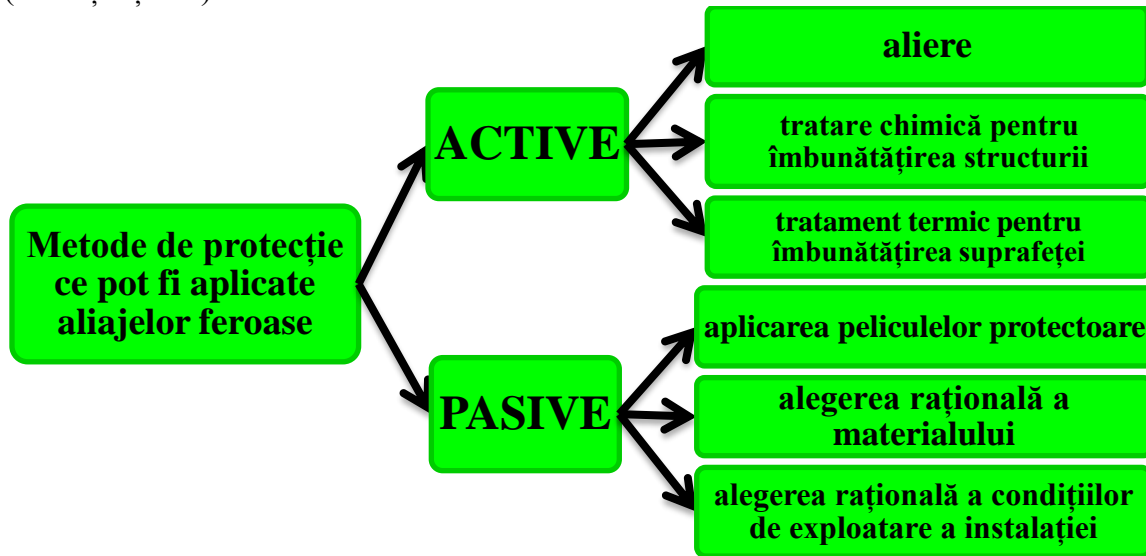


Figura 6. Metode de protecție care pot fi aplicate aliajelor feroase [5].

8. Concluzii

Potrivit studiului realizat asupra coroziunii conductelor din materiale feroase și aliajele acestora, principalii factori care contribuie la coroziunea conductelor din aliaje feroase sunt cei interni (natura, structura și compoziția mediului sau a aliajului), cei externi (natura agentului coroziv și temperatura), precum și natura metalului, mărimea grăunților cristalini sau pH-ul soluției. Cunoscând toți acești factori, putem concluziona faptul că alegerea cu atenție a tipului de conducte folosite pentru anumite categorii de instalații este foarte importantă ulterior în vederea durabilității instalației. De aceea, fiecărui tip de conductă din aliaje feroase trebuie să-i analizăm caracteristicile, proprietățile și eventualele riscuri de coroziune, astfel găsind o metodă eficientă de protecție anticorozivă.

BIBLIOGRAFIE

1. <https://ro.scribd.com/document/109454702/coroziunea-conductelor> - Coroziunea conductelor, încărcat de Daria Roșca, accesat la data de 06.04.2023;
2. <https://metalechimice.wordpress.com/2011/03/09/coroziunea-metalelor/> - Accesat la data de 06.04.2023;
3. <https://www.scribub.com/stiinta/chimie/Coroziunea-i-protectia-metalelo1311822173.php> - Accesat la data de 07.04.2023;
4. <https://skodablog.wordpress.com/tema-pe-acasa-3/teme-pe-acasa/> - Accesat la data de 08.04.2023
5. Iluțiu – Varvara D. A. - “Materiale de instalații și chimie aplicată”. Editura U.T. PRESS, Cluj - Napoca, 2016, ISBN 973-606-737-167-3;
6. https://www.chim.upt.ro/ro/?option=com_comprofiler&view=pluginclass&plugin=cbgallery&action=item&func=show&id=162&gallery=770b5b28ed2feb434e7cd943f4ad17d2&format=raw - Accesat la data de 13.04.2023;
7. Iluțiu – Varvara D. A. - “Materiale de instalații”. Editura U.T. PRESS, Cluj - Napoca, 2020, ISBN 978-606-737-457-5.



PERETELE TROMBE STUDIU EXPERIMENTAL

Autor/autori

L. ROZOREA, C.E. POPA, V.G. TANASE

Facultatea de Construcții, Universitatea Transilvania din Brașov, lucian.rozorea@student.unitbv.ro

Facultatea de Construcții, Universitatea Transilvania din Brașov, eugen.popa@student.unitbv.ro

Facultatea de Construcții, Universitatea Transilvania din Brașov, vlad.tanase@student.unitbv.ro

Îndrumător/îndrumători

Conf. dr. ing. George Dragomir

Facultatea de Construcții, Universitatea Transilvania din Brașov, george.dragomir@unitbv.ro

REZUMAT:

Această lucrare prezintă o alternativă, economică din punct de vedere energetic, pentru suplimentarea sistemului de încălzire a locuințelor, folosind atât efectul de seră cât și efectul încălzirii prin radiație, convecție și conducție. Sistemul are o structură simplă, fiind construit cu materiale care pot acumula căldură, combinate cu sistem de ventilație dar și un schimbător de căldură ceramic.

Peretele funcționează prin absorbția radiației solare din exterior, pe timpul zilei, iar pe perioada nopții sau în perioadele de vreme rece inerția peretelui cedează căldura acumulată în interior. Peretele Trombe a fost dezvoltat pentru a face față problemelor de eficiență energetică și de costuri ale clădirilor convenționale.

Utilizarea peretelui Trombe împreună cu alte măsuri de creștere a eficienței energetice cum ar fi o bună izolare termică a clădirilor, utilizarea unor surse regenerabile de energie (panouri solare, pompe de căldură) ar putea reprezenta o soluție eficientă pentru reducerea consumului de energie pentru clădiri. Acesta poate fi integrat într-un mod armonios în design-ul architectural al clădirilor.

Cuvinte cheie: NZEB, Trombe, încălzire, soare

1. Clădirile cu consum de energie aproape zero (NZEB)

Clădirile cu consum de energie aproape de zero (cunoscute sub numele de NZEB) reprezintă un reper în domeniul construcțiilor durabile. Sunt clădiri extraordinar de eficiente din punct de vedere energetic, care necesită foarte puțină energie, ceea ce se traduce prin cheltuieli de întreținere foarte mici. Aceste structuri sunt echipate cu o varietate de tehnologii de producere și stocare a energiei astfel, energia de care au nevoie este adesea generată din surse regenerabile.[1]

Conceptul de NZEB se bazează pe Directiva 2018/844/UE privind performanța energetică a clădirilor a Uniunii Europene, iar în România acest concept este promovat prin legea 101/2020.[2][3]

Ideea de eficiență energetică este fundamentul designului NZEB. Aceste structuri dispun de un sistem integrat de tehnologii eficiente din punct de vedere energetic având la baza surse regenerabile pentru a satisface cerințele lor energetice. Acestea sunt utilizate pentru a minimiza consumul de energie și pentru a crea un mediu de locuit confortabil pentru rezidenți.[4]

Clădirile cu consum de energie aproape de zero oferă o mulțime de beneficii, dar există câteva obstacole care trebuie abordate pentru că acestea să fie pe deplin realizate. Prețul ridicat al clădirii este una dintre dificultățile majore. Cu toate acestea, în timp, aceste cheltuieli sunt recuperate prin facturi mai mici la utilități și cheltuieli mici de întreținere.[4]



2. Peretele Trombe

Un perete tradițional Trombe, denumit și perete de încălzire solară sau perete de depozitare, a fost introdus pentru prima dată de Edward Morse în anul 1881. Inginerul Felix Trombe alături de arhitectul Jacques Michel au popularizat emblematicul zid Trombe, care poartă numele inginerului. Versiunea din anul 1960 a peretelui avea orificii de ventilație, un canal de aer, un perete substanțial și o placă de sticlă. Pereții Trombe ai clădirii colectează radiația solară și lasă o parte din aceasta să intre în mod natural prin conducție și convecție naturală.[5]

În general, la realizarea unui perete Trombe se folosesc materiale cu difuzivitate termică scăzută pentru a asigura stocarea energiei acumulate în timpul zilei. Căldura este transferată lent în interiorul spațiului locuit pe tot parcursul nopții. Pentru o bună absorbție a radiației solare, este necesară includerea unei suprafețe întinse pe peretele exterior. Efectul de seră este determinat de opacitatea peretelui la radiația de undă lungă pe care o emite. Ca urmare, aerul din interiorul camerei se încălzește.[6]

M. Rabani a studiat numărul Rayleigh, coeficientul de transfer de căldură convectiv și viteza de transfer de căldură prin convecție, conducție și radiație ce au loc în cadrul unui perete Trombe și a ajuns la concluzia că principala metodă de transfer de căldură ce poate fi identificată la un perete Trombe este radiația.[5]

Pereții Trombe au fost subiectul mai multor studii recente care analizează modul în care noile tehnologii ar putea fi încorporate în designul tradițional. Rezultatul unuia dintre studii susține faptul că folosirea acestui tip de perete poate îmbunătăți semnificativ calitatea aerului interior, lucru important când vine vorba de construcțiile noi și fiabile. Într-un alt caz, un perete Trombe a fost folosit pentru a echilibra umiditatea interioară într-o casă solară pasivă. [6]

O îmbunătățire a peretelui Trombe constă în montarea găurilor de ventilație pentru a ajuta camera să rămână caldă pe tot parcursul sezonului de radiație solară prin convecție. Această îmbunătățire aduce în plus două găuri care nu modifică design-ul clasic al peretelui Trombe. Una din găuri se va realiza în partea superioară a peretelui cu scopul de a aduce aer în camera, iar cealaltă gaură se va realiza la baza peretelui pentru extragerea aerului din camera creând o buclă convectivă care circulă aerul rece al încăperii în camera de aer, unde se încălzește înainte de a reveni în interiorul camerei.[5] Eficiența sa energetică poate fi crescută prin adăugarea de componente suplimentare, cum ar fi izolație, jaluzele sau ventilatoare.

3. Soarele

3.1 Constanta solara

Soarele emite permanent o cantitate semnificativă de energie în spațiu, iar Pământul obține în jur de $2,8 \times 10^{21} \text{ kJ}$ de energie în fiecare an.

Spectrul de emisie este compus din radiații de undă:

- Scurtă (raze X, γ și ultraviolete - aproximativ 9%; raze luminoase vizibile – aproximativ 41%)
- Lungi (raze infraroșii – aproximativ 50%)

Valoarea medie a constantei solare $C_s = 1367 \text{ kW/m}^2$

3.2 Nebulozitatea atmosferei

Razele de undă scurta sunt reținute la trecerea prin straturile dense ale atmosferei, ca urmare a reținerilor sau disipării energiei. Cele de undă lungă sunt reținute de vaporii de apă și dioxidul de carbon existent în atmosferă. Prin aceste procese de absorbție, atmosfera se încălzește și produce, la rândul său, o radiație cu lungime de undă lungă numită radiație atmosferică. În intervalul $\lambda = 0,3 \dots 1 \mu m$, prin reflexie de către moleculele de aer, radiația este difuz dispersată (difuzie Rayleigh) dând naștere la radiații cu lungime de undă scurtă.[7]

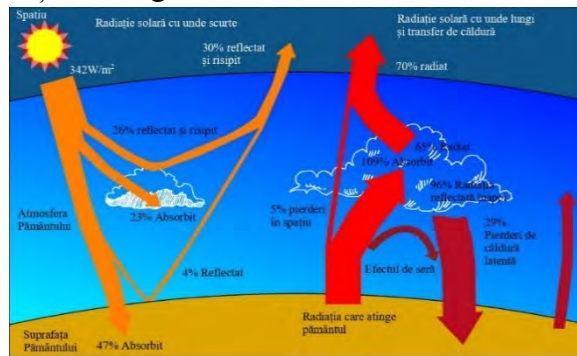
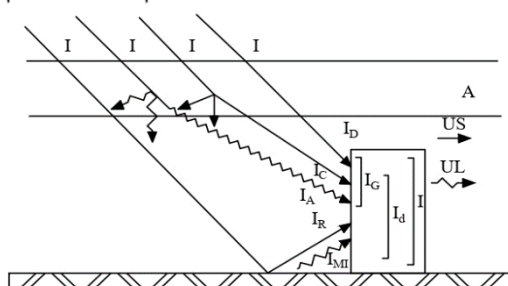


Figura 1. Bilanțul energetic Soare-Pământ.

În momentul în care cerul este senin, radiația difuză înregistrează valori mai scăzute, iar radiația directă este cea mai ridicată. Când cerul este înnorat, se întâmplă contrariul, radiația difuză este la valori maxime, iar cea directă la valori minime. Cu toate acestea, pe măsură ce nebulozitatea crește, radiația globală scade.[7]

3.3 Radiația solară

Radiația solară directă și difuză



- A - Atmosferă
- US - Radiația de undă scurtă
- UL - Radiația de undă lungă (secundară)
- I - Radiația totală
- I_D - Radiația directă
- I_d - Radiația difuză
- I_{MI} - Radiația mediului înconjurător
- I_R - Radiația reflectată
- I_A - Radiația atmosferei
- I_C - Radiația bolții cerești
- I_G - Radiația globală

Figura 2. Radiația solară directă și difuză.

Pentru calcularea radiației pe care o primește o suprafață, este necesar să se țină cont toate componentele prezentate în Figura 2. Corespunzător acestora, rezultă că:

$$\text{Radiația totală: } I = I_D + I_d \quad (1)$$

$$\text{Radiația difuză: } I_d = I_C + I_R + I_A + I_{MI} \quad (2)$$

$$\text{Radiația globală: } I_G = I_D + I_C + I_A \quad (3)$$

În funcție de modul de orientare al suprafeței receptoare, radiația solară directă (I_D) poate să difere. Radiația difuză (I_d) poate fi văzută ca fiind aceeași, indiferent de modul în care este orientată suprafața receptoare, deși există de fapt variații foarte mici.[7]

Durata de strălucire a soarelui

Pentru a putea calcula energia solară primită de o suprafață, este important să cunoaștem durata orară efectivă a soarelui întrucât soarele este ascuns de nori pentru multe ore din an.

Numărul de ore și zecimi de oră în care soarele strălucește în cursul unei zile este cunoscut sub numele de durata strălucirii soarelui.[7]

Datorită abundenței cerului senin în cea mai mare parte a anului, datorată de descendența aerului de-a lungul Mării Negre, zona litoralului Mării Negre din România înregistrează cele mai mari valori, peste 2250 de ore anual.[8]

Localitatea	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	Mai	Iun.	Iul.	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
	[h/luna]	[h/luna]	[h/luna]	[h/luna]	[h/luna]	[h/luna]	[h/luna]	[h/luna]	[h/luna]	[h/luna]	[h/luna]	[h/luna]
București	76,6	79,8	125,0	183,0	252,2	296,6	317,8	293,4	227,3	178,1	98,7	67,5
Constanța	78,6	80,7	131,2	182,4	254,6	307,3	330,1	310,2	243,1	182,7	106,0	70,9
Cluj	83,7	104,2	168,9	169,2	219,7	238,8	236,1	222,6	201,1	162,1	65,8	62,0
Iași	71,1	73,3	127,2	173,9	229,0	259,1	272,2	264,8	205,0	154,3	71,4	55,0
Timișoara	75,5	88,6	156,9	184,8	240,3	263,6	297,3	276,4	216,0	175,3	83,9	53,6

Tabelul 1. Sumele medii lunare ale strălucirii soarelui.

4. Experimentul nostru

Pornind de la dorința de a găsi modalități suplimentare a sistemului de încălzire a caselor NZEB ne-am propus să ne folosim de către peretele Trombe. Am adus o îmbunătățire acestui concept prin realizarea peretelui Trombe, independent de zidul exterior al cladirilor, iar printr-un sistem de ventilație, aerul cald produs, l-am introdus în clădire. Proiectul nostru a fost realizat, în mare parte, din materiale recuperate și accesibile din diferite șantiere. Peretele este alcătuit dintr-o suprafață de sticlă de 10 mm prin care trece lumina. În interiorul camerei de aer, care are o grosime de 50 mm am adăugat 11 corniere de 20x20x1 mm realizate din aluminiu, care au rolul de a capta razele soarelui în perioada zilei când acestea nu sunt perpendiculare pe panou (dimineața și seara). În spatele cornierelor am atașat două foi de fibrociment de 12 mm fiecare, vopsite într-o culoare închisă, mată, prinse cu șuruburi, menite să stocheze căldură datorită inerției termice foarte mari. După aceste două straturi de fibro ciment am adăugat un strat de termoizolație dublureflexivă dar și un material izolator de panel PVC de 30 mm. Toate elementele peretelui le-am montat într-o ramă de aluminiu. În spatele peretelui Trombe se va afla peretele casei, cu termosistemul și zidăria aferentă.

Pentru a îmbunătăți experimentul nostru ne-am gândit să adăugăm în spatele zidăriei clădirii, un perete de cărămidă, ce are la extremități conectată o tubulatură și o serie de ventilatoare cu scopul de a transforma cărămida într-un schimbător de căldură ce se folosește de energia acumulată de către peretele Trombe. Între cele două elemente, pentru a fi siguri ca schimbătorul de căldură ceramic, nu cedează energie termică către peretele casei, am introdus o folie reflexivă. Această folie, dar și cea din peretele Trombe, datorită construcției ei, are rol de a împiedica transferul de căldură, atât prin radiație cât și prin conducție. Automatizarea sistemului este alcătuită din 5 senzori de temperatură acționați printr-o serie de relee, 8 ventilatoare și din tubulatura aferentă realizării schimbului de aer între cel din panou, cel din interiorul cărămizii și cel din cameră. Primul sensor măsoară temperatura aerului din exterior. Cel de al doi-lea măsoară temperatura stocată de către plăcile de fibrociment. Al trei-lea sensor citește temperatura aerului la ieșirea din peretele Trombe. Cel de al patru-lea măsoară cât de mult se încălzește zidul de cărămidă și ultimul sensor ne spune temperatura la ieșirea din schimbătorul nostru de căldură.

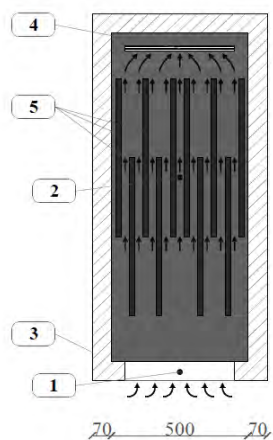
Figura 3. Schimbătorul de căldură ceramic



Figura 4. Tubulatura pentru ventilație



**Vedere A-A
-Perete Trombe-**

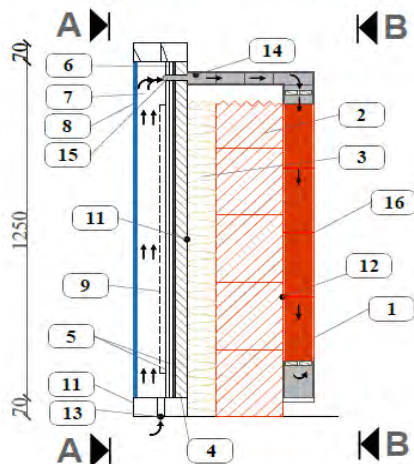


LEGENDĂ

1. Senzorul nr.1 care măsoară temperatura la intrarea în perete
2. Senzorul nr.2 care măsoară temperatura din placile de fibrociment
3. Ramă perete Trombe
4. Grilă de ventilare
5. Aripioare cornier aluminiu 20 ×20×1 mm

Figura 5. Vedere A-A

**Secțiune verticală
-Perete Trombe-**

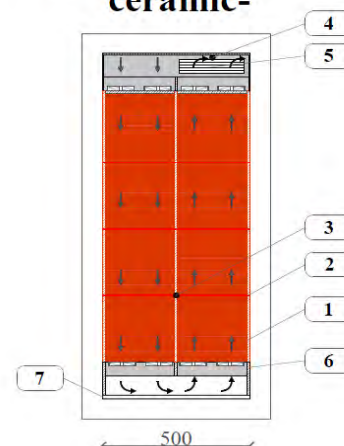


LEGENDĂ

1. Cărămidă (schimbător de căldură)
2. Zidărie
3. Izolație termică
4. Panel PVC
5. Foi de fibrociment 2 ×12 mm
6. Izolație reflexivă XDLS straturi
7. Cameră de aer
8. Sticlă 10 mm
9. Aripioare cornier aluminiu 20 ×20×1 mm
10. Ramă perete Trombe
11. Senzorul nr.1 care măsoară temperatura la intrarea în perete
12. Senzorul nr.2 care măsoară temperatura din placile de fibrociment
13. Senzorul nr.3 care măsoară temperatura pe tur a aerului încălzit
14. Senzorul nr.4 care măsoară temperatura din cărămidă (schimbătorul de căldură)
15. Grilă de ventilare
16. Mastic

Figura 6. Secțiune verticală

**Vedere B-B
-Schimbator caldura ceramic-**



LEGENDĂ

1. Cărămidă (schimbător de căldură)
2. Mastic
3. Senzorul nr.4 care măsoară temperatura din cărămidă
4. Senzorul nr.5 care măsoară temperatura la ieșirea din cărămidă (schimbătorul de căldură)
5. Grilă de ventilare
6. Cornier
7. Suport metalic

Figura 7. Vedere B-B



Figura 8.

Vedere față panou



Figura 9.

Vedere față ansamblu



Figura 10.

Vedere laterală



Figura 11.

Vedere laterală



Figura 12.

Vedere spate



Prin proiectul nostru, dorim eficientizarea sistemelor de incalzire a cladirilor, motiv pentru care, sistemul de automatizare este însoțit și de un panou fotovoltaic cu o baterie de stocare a energiei menite sa acționeze ventilatoarele din “schimbătorul de căldură”, fără a consuma energie din surse convenționale.

Astfel ansamblul nostru are două moduri de funcționare pe **perioada de timp friguros**:

- **Cazul I:** În momentul în care condițiile meteorologice sunt favorabile. Aerul din interiorul camerei peretelui Trombe are o temperatură mai mare decât temperatura din încăperea astfel sistemul nostru funcționează fără automatizarea propusă, ca un simplu perete Trombe ce introduce aer cald în interiorul clădirii. O parte din energie este cedată cărămizilor, montate suplimentar, iar o parte încălzește aerul din încăperea. Datorită defazajului, energia acumulată va fi degajată până la echilibrarea temperaturilor dintre aerul introdus și cel din cameră.
- **Cazul II:** În momentul în care radiația solară nu poate ridica temperatura aerului din interiorul peretelui la o valoare de cel puțin $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, adică cu 2 grade mai mică decât cea captată la interior, $22\text{ }^{\circ}\text{C}$, întreg ansamblul se transformă într-un ventilator cu recuperare de căldură. În acest caz, automatizarea permite realizarea unui ciclu de introducere/extracție a aerului spre și dinspre interiorul camerei. În funcție de suprafața schimbătorului de căldură, în cazul nostru peretele suplimentar de cărămidă, ce stabilește durata ciclului de introducere/extracție. Primul pas este extracția aerului viciat, timp de 1,2 minute, cu o temperatura egala cu cea a încăperii și cedarea căldurii către schimbător(cărămidă). Pasul 2 este introducerea aerului proaspăt, timp de 1 minut. În acest caz aerul rece introdus va primi căldură de la schimbător și astfel se ridică temperatura aerului introdus. Datorita diferentei de timp între extracție și introducere, reușim să evităm acumularea de umiditate în interiorul schimbătorului ceramic.

Pe perioada verii, în timpul zilei, când temperatura exterioară este mai mare decât cea din interior, pentru a evita supraîncălzirea, întreg sistemul de ventilație nu va fi funcțional.

În timpul nopții, când temperatura exterioară este mai mică decât cea interioară se va introduce aer proaspăt de la exterior. Datorita defazajului, schimbătorul ceramic (caramida) va continua să răcească aerul din încăperea și pe perioada de staționare a sistemului de ventilatoare.

După ce am construit modelul, am realizat mai multe serii de măsurători pentru a putea determina dacă conceptul nostru funcționează așa cum ne-am propus. Acestea au fost realizate pe parcursul a trei zile în intervalul orar 9÷17, acesta fiind ales în funcție de radiația solară. Rezultatele obținute și prezentate în figura 13 evidențiază capacitatea peretelui Trombe de a asigura o temperatură mai ridicată în interiorul său față de temperatura aerului exterior încă de la primele ore ale dimineții, iar odată cu creșterea intensității radiației solare ecartul dintre cele două temperaturi crește până la valoarea maximă atinsă în jurul orei 13. Aceste valori ale temperaturii aerului din interiorul peretelui Trombe sunt strâns legate cu intensitatea radiației solare și evidențiază capacitatea sistemului de stocare a energiei solare.

Valorile au fost determinate pe ansamblul construit de noi, fără a se ține cont de peretele unei clădiri, între panoul Trombe și schimbătorul ceramic. În condiții normale de funcționare, temperatura de pornire a măsurătorilor, din cărămida suplimentară, ar fi avut $\text{min } 20\text{ }^{\circ}\text{C}$, adică temperatura interioară a încăperii.

În cazurile analizate de noi, această valoare a pornit de la $-2,1\text{ }^{\circ}\text{C}$, respectiv $-0,9\text{ }^{\circ}\text{C}$, asta datorită faptului că întreg ansamblul a stat în exterior pe timpul nopții. Datorita defazajului temperatura cărămizilor nu a reușit să crească o dată cu temperatura exterioară. Chiar și așa, peretele Trombe a reușit să încălzească aerul introdus și apoi acesta să cedeze căldură către cărămizi până la o temperatura de aproximativ $27\text{ }^{\circ}\text{C}$, deși temperatura exterioară era de $18\text{ }^{\circ}\text{C}$.



Primele măsurători au fost făcute folosindu-ne de primul și al treilea senzor (temperatura de intrare și de ieșire a aerului) pentru a determina dacă peretele are capacitatea de a genera căldură.

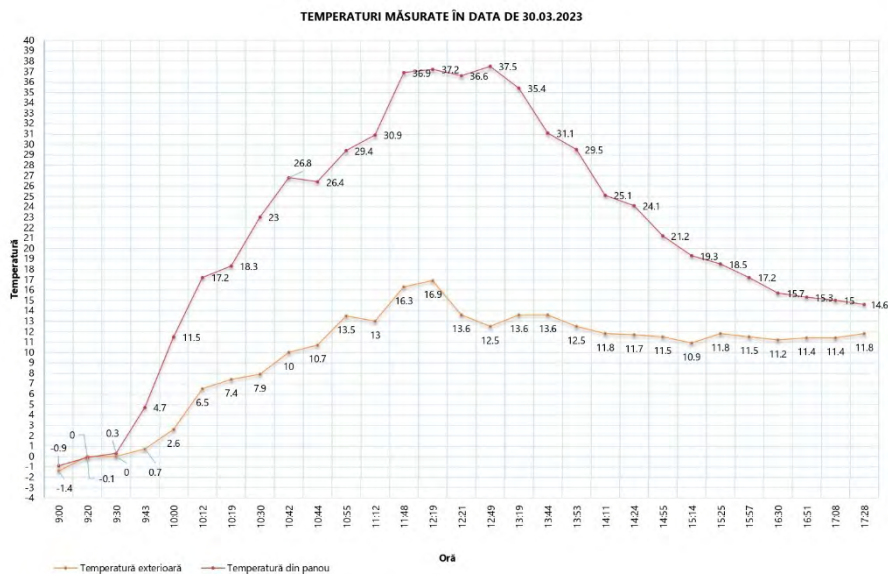


Figura 13. Temperatura aerului exterior și temperatura aerului din interiorul peretelui Trombe.



Figura 14. Temperaturi măsurate cu peretele orientat spre sud.

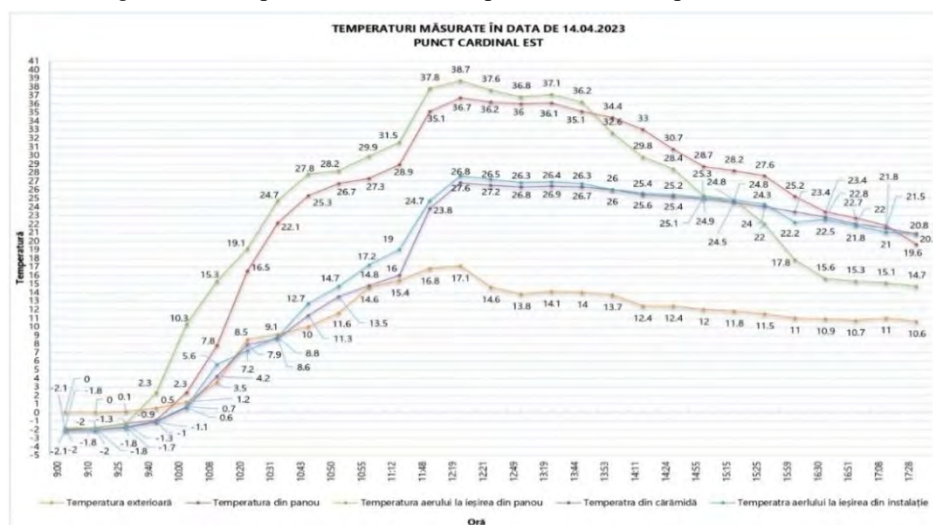


Figura 15. Temperaturi măsurate cu peretele orientat spre est.



Analizând rezultatele măsurătorilor pentru peretele orientat către sud respectiv către est, prezentate în figurile 14 și 15 se poate concluziona că acest sistem poate funcționa în condiții de eficiență foarte bună pentru ambele cazuri. Pe parcursul funcționării sistemul a reușit să realizeze introducerea de aer proaspăt atât pe perioada când temperatura din interiorul peretelui Trombe era mai ridicată de 20 °C când funcționarea sistemului era una clasică, dar și când sistemul a funcționat ca un recuperator de căldură pentru aerul viciat evacuat.

5. Concluzii

Întreg ansamblul funcționează și generează aer cald la interior dacă radiația solară captată de perete reușește să încălzească aerul la o temperatură de peste 22 C°. În zilele/orele înnorate sistemul propus se transforma într-un ventilator ciclic, cu recuperare de căldură, de la un schimbător ceramic, în cazul nostru format din cărămizi cu goluri. Toate materialele sunt ușor accesibile, inclusiv sistemul de ventilație care este format din 8 ventilatoare de 12V, relee contactoare și un modul de schimbare a sensului de rotație a acestora. Măsurarea diferențelor de temperatură le-am realizat cu termostate uzuale care transmit comenzi de închidere/deschidere către relee. Ciclul introducere/extracție este comandat (inclusiv timpii acestuia) de un releu pâlpaitor. În funcție de suprafața încăperii, a schimbătorului de căldură, a capacității acestuia de a înmagazina și ceda căldură și a nivelului de aer introdus, se pot regla timpii ciclului.

Introducerea inovativă a sistemului de recuperare a căldurii din aerul viciat pe peretele Trombe a permis creșterea eficienței sistemului și capacitatea acestuia de a asigura ventilarea spațiilor cu eficiență termică ridicată pe o perioadă mai lungă de timp. Pe lângă acest avantaj important s-a putut observa o creștere a căldurii acumulate în perete pe perioada funcționării ca un perete Trombe clasic.

Peretele Trombe reprezintă o soluție pentru clădirile cum consum redus de energie fiind considerat un sistem solar pasiv, iar prin introducerea sistemului de recuperare a căldurii reprezintă și o soluție viabilă pentru realizarea ventilării în spațiile de locuit dar nu numai.

Bibliografie

1. https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-efficient-buildings/nearly-zero-energy-buildings_en
2. <https://nzebshop.ro/despre-nzeb/>
3. <https://lege5.ro/App>
4. <https://www.romania-eficienta.ro/ce-inseamna-o-cladire-nzeb-scurt-ghid-de-implementare/>
5. Qingsong, M. & Hiroatsu, F. & Takum,i K. & Myonghyang, L. (2017). Study of a Double-Layer TrombeWall Assisted by Temperature-Controlled DC Fan for Heating Seasons, Sustainability, 9
6. Martín-Consuegra, F. & Alonso, C. & Pérez, G. & Frutos, B. & Guerrero, A. & Oteiza I. (2021). Design, optimisation and construction of a prototype for a thermochromic Trombe wall, Advances in Building Energy Research, 15, 161-178
7. Vartires, A., & Damian, A. (2013). Instalatii si echipamente pentru asigurarea calitatii aerului, Matrix Rom.
8. https://issuu.com/gabrielaellen/docs/radiatia_si_durata_de_stralucire_a



DISTRICT CU ENERGIE POZITIVĂ. O SOLUȚIE PENTRU TRANZIȚIA CĂTRE ORAȘE NEUTRE DIN PUNCT DE VEDERE CLIMATIC.

Autori

Denis I. SIMONIAK^{1*}, Gabriel – Timotei V. ILIEȘ²

¹Facultatea de Inginerie a Instalațiilor, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Cluj, simoniak01@gmail.com^{1*}

²Facultatea de Inginerie a Instalațiilor, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Cluj, timo_ilies@yahoo.com²

Îndrumător

S. L. Dr. Ing. Tania RUS

Facultatea de Inginerie a Instalațiilor, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Cluj, tania.rus@insta.utcluj.ro

REZUMAT:

Eficientizarea consumului de energie la nivel de clădiri prin utilizarea surselor de energie regenerabile și reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră reprezintă o prioritate și în același timp o provocare la nivel european. Programul european „Net Zero Cities” implică un număr de 53 de orașe pilot selectate pentru a implementa acțiuni pentru accelerarea neutralității climatice, printre care se află și municipiul Cluj-Napoca. Scopul lucrării este realizarea unui studiu comparativ privind metodele utilizate pentru eficientizarea din punct de vedere energetic al ansamblurilor de clădiri. Se urmărește obținerea de cartiere având consum anual net de energie nul și emisii de CO₂ cât mai scăzute, ajungând astfel la neutralitate climatică. Se propune o soluție de eficientizare termică și energetică pentru un ansamblu de blocuri, cu regim de înălțime P+10. Simularea propusă prevede sisteme de instalații inter-conectate și automatizate eficient, care produc anual mai multă energie decât consumă.

Cuvinte cheie: energie, neutralitate climatică, PED, eficiență.

1. Introducere

În contextul politico-geografic actual, având în vedere supraexploatarea resurselor naturale de către om, eficientizarea consumului de energie reprezintă o temă de maxim interes la nivel european.

Utilizarea și exploatarea intensivă a resurselor naturale – a combustibililor fosili, a minereurilor și a apei potabile – nu este o soluție eficientă pe termen lung. Creșterea emisiilor de gaze cu efect de seră și schimbările climatice din ultimii ani au un efect negativ asupra vieții oamenilor, fiind cauzate, printre altele, și de consumul ineficient al energiei la nivel de clădiri și implicit, orașe.

Termenul PED (Positive Energy District), se referă la „cartiere pozitive” din punct de vedere al consumului net de energie. Mai exact, cartiere care să producă mai multă energie decât consumă, rezultând în final, orașe având neutralitate climatică.

O soluție propusă la nivel european pentru reducerea emisiilor de carbon este dezvoltarea de orașe sustenabile energetic, prin realizarea unui program numit „Net Zero Cities”. Programul implică un număr de 53 de orașe, printre care și municipiul Cluj-Napoca, selectate pentru a testa și a implementa soluții inovative la nivel de cartiere, transpuse apoi în traiectorii bine definite la nivel de orașe. Obiectivul este ca până în anul 2030 să se obțină 112 orașe neutre din punct de vedere climatic. Schimbările constructive propuse se adresează totalității sistemelor care pot contribui la obținerea neutralității climatice, incluzând printre altele și cele de instalații termice, sanitare și electrice. [1]

Pentru a obține cartiere care să producă mai multă energie decât consumă, trebuie să se optimizeze întâi clădirile componente ale acestora, respectându-se pe cât posibil standardele nZeB – nearly zero energy building.

Clădirile reprezintă, la nivelul Uniunii Europene, 40% din energia consumată și 36% din emisiile directe și indirecte de gaze cu efect de seră legate de energie. Prin programul european „Pregătiți pentru 55” („Fit for 55”) se dorește ca până în anul 2030 toate clădirile noi să aibă emisii zero și până în anul 2050 toate clădirile existente să fie transformate în clădiri cu emisii zero. [2]

O clădire nZeB (Figura 1) este o clădire al cărei consum de energie este aproape egal cu zero, având o performanță energetică foarte ridicată – necesarul total de energie primară este mai mic de 112 kWh/m²an și este acoperit în proporție de minimum 30% cu energie din surse regenerabile, inclusiv energie produsă la fața locului sau în apropiere. [3]

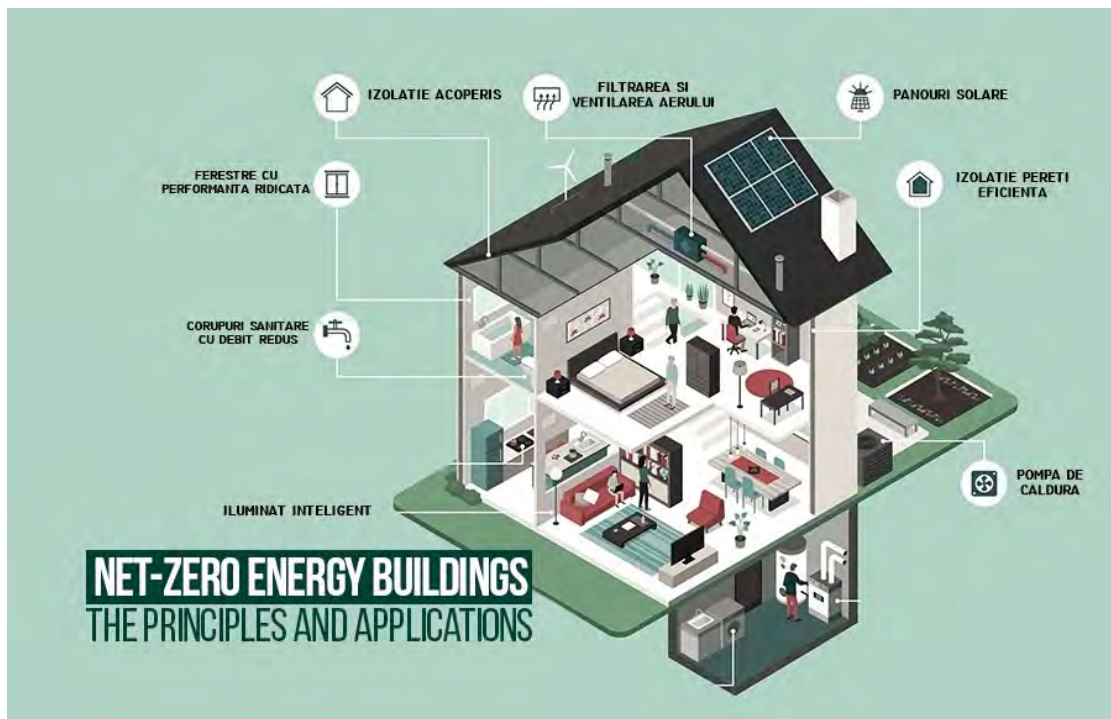


Figura 1. Clădire nZeB – principii și aplicații. [5]

Așadar, diferența dintre energia consumată și cea produsă să fie zero. Acest echilibru se poate atinge utilizându-se surse regenerabile de energie și atingerea unui grad ridicat al eficienței energetice, prin modernizarea clădirilor, astfel:

- a) **Încălzire** – utilizarea unui sistem de încălzire automatizat, care permite reglarea calitativă și cantitativă a agentului termic, în regim dinamic. Se pot implementa pompe de căldură care să utilizeze energie geotermală, atât pentru încălzire cât și pentru răcire. O soluție de modernizare ar putea fi înlocuirea vechilor radiatoare cu unele noi, mai eficiente, sau utilizarea unui sistem de încălzire prin radiație de joasă temperatură – în pardoseală. Pentru a respecta temperaturile convenționale recomandate pentru fiecare cameră, se pot folosi: robinete termostatici care permit reglajul local sau actuatori la nivelul distribuitorilor pentru circuitele de la sistemul de încălzire în pardoseală, reducând astfel consumul de energie termică. Scăderea pierderilor de căldură se poate realiza prin asigurarea unui grad ridicat de izolare termică și etanșitate la nivelul întregii anvelope. Eliminarea punților termice la nivelul elementelor perimetrice mobile se poate face prin înlocuirea vechii tâmplării cu una de tip termopan sau tripan.



- b) **Răcire și ventilație** – se poate realiza printr-un sistem de ventilare și condiționare centralizat, automatizarea făcându-se asemănător cu sistemul de încălzire, la care se mai adaugă senzori de calitate a aerului pentru monitorizarea nivelului de CO₂. Pentru reducerea necesarului de frig și implicit a energiei electrice, se poate implementa un sistem de umbrire exterior. Jaluzele tip rulouri opresc razele UV ale soarelui, fără ca acestea să mai pătrundă în interior, astfel prevenindu-se încălzirea excesivă a locuinței pe timpul verii, iar pe timp de iarnă acestea pot fi utilizate pentru reducerea pierderilor de căldură, acționând ca o pernă de aer izolatoare între fereastră și mediul exterior. [4]
- c) **Iluminat** – pentru partea de iluminat se pot utiliza corpuri de iluminat dimabile, tip LED cu eficiență ridicată. Acestea se pot automatiza utilizând senzori de prezență și de luminozitate, pentru reglarea intensității luminoase în funcție de lumina naturală disponibilă.
- d) **Electricitate** – o soluție pentru reducerea consumului de energie electrică din rețea este folosirea unei surse de energie neconvenționale: panourile fotovoltaice. Sistemele fotovoltaice convertesc radiația solară în energie electrică. Acestea se amplasează în zona superioară a clădirii sau pe fațada acesteia și vor fi orientate spre sud, pentru a spori performanța și a crește producția de energie electrică care va fi utilizată de celelalte sisteme din clădire.
- e) **Sanitare** – reducerea consumului de apă se poate realiza prin înlocuirea bateriilor și robinetelor deteriorate și utilizarea de baterii cu perlator. Apa meteorică poate fi stocată într-un rezervor de acumulare iar apoi utilizată la corpurile sanitare unde nu este necesară apa potabilă.

2. Conceptul de Positive Energy District – PED

După cum sugerează și denumirea, PEDs sunt zone ale orașelor, alcătuite din mai multe clădiri (de preferat nZeB), în care producția de energie în decursul de un an este superioară celei consumate, prin utilizarea de surse regenerabile de energie și eficientizarea consumului de energie reducându-se astfel și emisiile de carbon.

Obținerea de astfel de cartiere necesită proiectarea atentă din partea inginerilor a unor sisteme de instalații inteligente prin care clădirile pot să împărtășească energia generată din sursele regenerabile, în funcție de surplusul de energie disponibilă și de necesitățile fiecărei clădiri.

Pentru ca acest concept să devină realitate, pe lângă aducerea clădirilor la standardele nZeB, există o serie de sisteme energetice care pot fi implementate la nivel de cartier:

- a. Utilizarea **surselor regenerabile de energie**. Producerea energiei consumate se poate face local, la nivel de clădiri, utilizând energia solară prin panouri solare termice și panouri fotovoltaice.
- b. **Sisteme de stocare** – surplusul de energie din timpul vârfurilor de producție poate fi stocat utilizând baterii și apoi folosit în perioadele în care producția este scăzută și pe timpul nopții.
- c. **Umbrirea naturală** prin plantarea de copaci pentru a reduce necesarul de frig din timpul sezonului cald.
- d. Utilizarea unor **sisteme de monitorizare și management ale energiei electrice** astfel încât surplusul de energie generat de clădirile care au o producție mai mare decât necesarul lor să poată fi direcționat spre clădirile care au producție mai mică, fiind interconectate. Prin aceste sisteme se pot **optimiza** consumul de energie și **reduce** pierderile.



- e. Sistemele de **încălzire și răcire centralizată** pot utiliza surse regenerabile de energie, precum energia geotermală, energia termică solară sau biomasă, energia fiind transferată clădirilor prin schimbătoare de căldură.

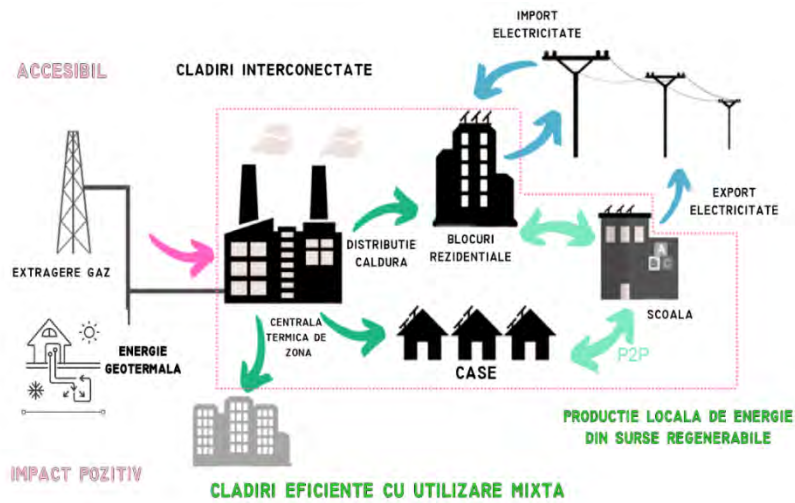


Figura 2. Exemplu de PED. [6]

În figura 2 este prezentat un exemplu de PED. Prin combinarea acestor sisteme, un PED poate fi autosuficient din punct de vedere energetic, reducând emisiile de gaze cu efect de seră și promovând un mediu înconjurător curat și sănătos.

3. Studiu de caz

Lucrarea prezintă un studiu numeric prin care se evidențiază avantajele utilizării instalațiilor moderne asupra economiei de energie și a reducerii emisiilor de CO₂. Studiul a fost efectuat pentru 3 clădiri situate în municipiul Cluj-Napoca, situate pe Aleea Vidraru, respectiv Aleea Moldoveanu din cartierul Mănăștur, municipiul Cluj-Napoca: două blocuri rezidențiale și Școala Gimnazială „Liviu Rebreanu” (figura 3).



Figura 3. Încadrare în zonă – Google Earth.

În vederea realizării unei comparații ante și post modernizare, s-a utilizat programul „City Energy Analyst” (CEA). Acest program permite efectuarea de simulări asupra celor trei clădiri, oferind instrumentele necesare proiectării orașelor sau a cartierelor cu eficiență ridicată, din punct de vedere energetic, și emisii de carbon scăzute. În figura 4 este prezentată încadrarea în zonă a clădirilor, în CEA:

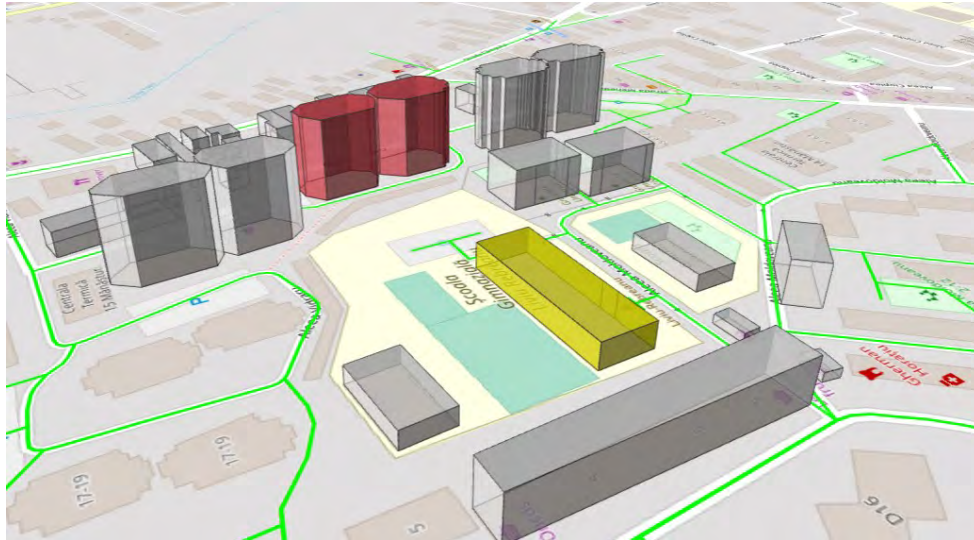


Figura 4. Încadrare în zonă – City Energy Analyst.

Situația existentă:

În prezent, din cauza învechirii tehnologiilor folosite la construcția clădirilor și lipsei lucrărilor de reabilitare, performanțele energetice ale acestora lasă de dorit. Atât consumul de energie cât și emisiile de gaze cu efect de seră sunt foarte ridicate.

Din punct de vedere al instalațiilor, cele trei clădiri dispun de următoarele dotări:

- Încălzirea și prepararea apei calde menajere se face centralizat, printr-o centrală termică de zonă, utilizând cazane pe gaz natural, așadar emisii ridicate de carbon.
- Sunt folosite radiatoare cu temperatura agentului termic de 90°C pe tur și 70°C pe retur. Tâmplăria neetanșă și lipsa izolației termice generează punți termice rezultând un necesar de căldură ridicat.
- Aportul de aer proaspăt se face prin ventilare naturală, prin deschiderea ferestrelor, pierzându-se astfel o cantitate de căldură.

Soluția propusă.

Fiind construite între anii 1970 și 1980, ridicarea la noile standarde europene a clădirilor nu este posibilă fără modernizarea acestora și a sistemelor de instalații la nivel de clădiri, dar și de cartier.

Soluția adoptată urmărește obținerea unui PED și implică o serie de lucrări de reabilitare cu privire la anvelopele clădirilor studiate, a sistemelor de instalații dar și implementarea unor sisteme de tip P2P (peer-to-peer) la nivel de cartier.

Măsuri luate pentru locuințele colective:

- Înlocuirea cazanelor pe gaz natural cu o sursă cu eficiență ridicată (92%) care utilizează combustibil din biomasă și un sistem de reducere a noxelor.
- Montarea unor ferestre cu sticlă tripan cu performanță ridicată în locul tâmplăriei existente.
- Eliminarea punților termice prin izolarea termică a pereților exteriori și a învelitorii.
- Utilizarea de termostate pentru reglarea temperaturii.



- Reducerea temperaturii agentului termic la 70°C pe tur și 50°C pe retur și implicit, înlocuirea radiatoarelor.
- În timpul verii, răcirea se face prin ventilare naturală prin deschiderea ferestrelor pe timpul nopții, eliberându-se căldura acumulată pe timpul zilei.
- Exploatarea energiei solare prin instalarea unor panouri fotovoltaice pentru producerea energiei electrice, pe acoperiș.

Măsurile luate **pentru școală:**

- Modificarea sistemului de distribuție a căldurii prin utilizarea unei pompe de căldură sol-apă pentru încălzire, alimentată prin panouri fotovoltaice care pot fi amplasate pe acoperiș dar și pe fațada din partea de sud a clădirii.
- Înlocuirea radiatoarelor cu ventilo-convectoare și reducerea agentului termic la 70°C pe tur și 50°C pe retur
- Montarea unor panouri solare termice pentru prepararea apei calde menajere.
- Implementarea unui sistem de ventilație automatizat, cu senzori de CO₂, asigurându-se aportul de aer proaspăt.
- Modificarea anvelopei clădirii în vederea eliminării punților termice prin: înlocuirea tâmplăriei cu ferestre tripan și izolarea termică a pereților exteriori și a acoperișului.

În tabelul 1 este prezentată situația din prezent și cea de după modernizări din punct de vedere al transmisiei termice a elementelor de etanșitate:

Tabelul 1. Transmisia termică

	Transmisia termica [W/m ² K]			
	În prezent		După modernizări	
	Bloc 1&2	Școala	Bloc 1&2	Școala
Pereți	0.15	0.15	0.15	0.15
Pardoseala	0.25	0.25	0.25	0.25
Acoperiș	0.3	0.15	0.2	0.15
Ferestre	4.8	0.99	3.1	0.99

Principiul de funcționare al unui PED se bazează pe comunicarea tip peer-to-peer dintre clădirile componente, care împărtășesc energia produsă în funcție de necesarul de energie la momentul respectiv a fiecărui imobil.

Surplusul de energie generat de blocurile de apartamente va fi folosit pentru clădirea școlii, iar în timpul vacanțelor școlare, apa caldă menajeră produsă de panourile solare termice instalate pe acoperișul școlii poate fi utilizată de către cele două blocuri.

4. Rezultate

Prin intermediul programului City Energy Analyst s-a realizat o serie de simulări folosind caracteristicile clădirilor și a instalațiilor din prezent, respectiv în urma aplicării soluției propuse, pentru a se determina consumul de energie și emisiile de CO₂ și a se compara rezultatele obținute.

În primul rând, din punct de vedere al emisiilor, acestea trebuie să fie sub valoarea maximă admisă, de 30 kg/m²·an pentru cele două clădiri cu destinație de locuințe colective, respectiv 37 kg/m²·an în cazul școlii.[3]

În prezent, acestea se află peste valorile maxime admise, însă în urma simulărilor, respectându-se standardele nZEB [3], acestea au fost reduse după cum este prezentat în figura 5:

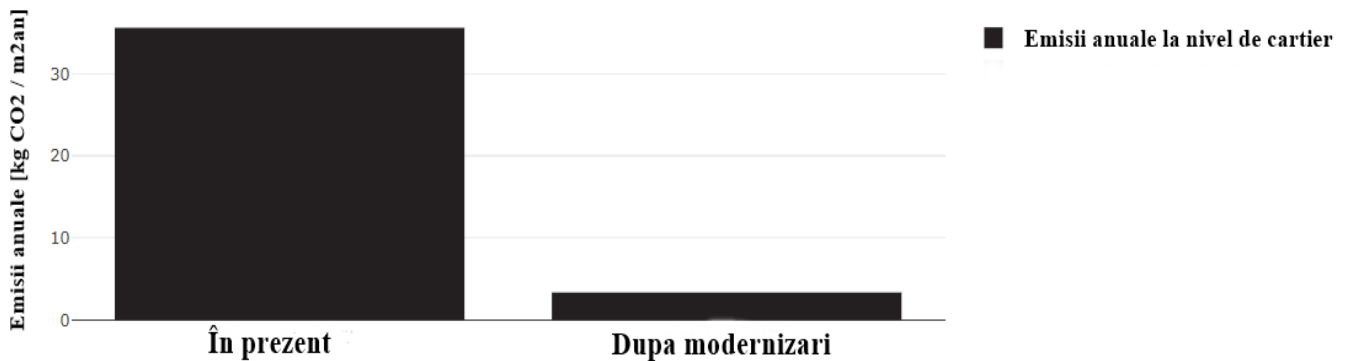


Figura 5. Emisii de CO₂.

Emisiile de CO₂ în urma modernizărilor s-ar reduce față de nivelul actual cu 90.5%, ajungând la numai 3.36 kg/m²·an.

În al doilea rând, din punct de vedere al consumului de energie, conform standardelor aflate în vigoare, acesta ar trebui să fie de cel mult 111 kWh/m²·an pentru clădirile de tip bloc, și 136 kWh/m²·an în cazul școlii [3]. În prezent, consumul de energie se află peste limitele maxime admise în cazul blocurilor de locuit, după cum se poate observa în figura 6:

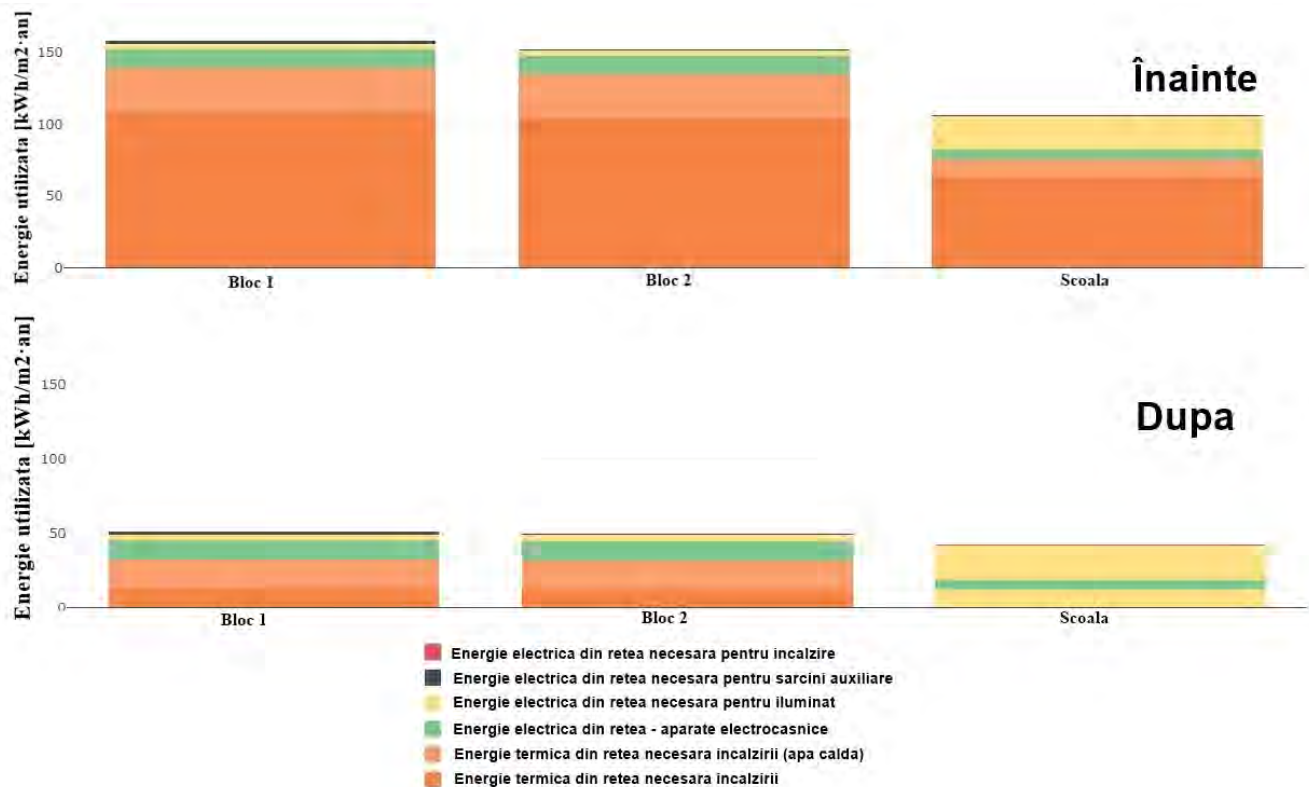


Figura 6. Energia utilizată înainte – după.

Consumul de energie electrică și termică din rețea, în urma modernizărilor, s-ar reduce față de nivelul actual cu aproximativ 67.5% în cazul blocurilor de apartamente și cu 60.5% în cazul școlii, ajungând la un total de 140.5 kWh/m²·an, din care se mai scade energia electrică, produsă de panourile fotovoltaice și cea termică, produsă de panourile solare termice:



Figura 7. Producția anuală de energie.

Din figura 7 reiese faptul că producția anuală totală de energie a cartierului va fi de 443.86 kWh/m², dintre care:

- 125.88 kWh/m² energie electrică, generată de panourile fotovoltaice;
- 317.98 kWh/m² energie termică, produsă de panourile solare termice.

Energia produsă, de 443.86 kWh/m²·an ar fi superioară celei consumate, de 140.5 kWh/m²·an, obținând astfel un cartier independent din punct de vedere energetic.

5. Concluzii

Dezvoltarea de orașe sustenabile energetic oferă un mediu mai curat, mai puțin poluant și o calitate a vieții mai ridicată a locuitorilor. Scopul acestei lucrări a fost de a prezenta conceptul de PEDs, modalitățile de obținere ale acestora, dar și de a oferi o soluție din punct de vedere energetic și al emisiilor de carbon ale unui ansamblu de clădiri din municipiul Cluj-Napoca. Rezultatele obținute în urma simulărilor indică reducerea consumului de energie primară cu 67.5% în cazul locuințelor colective respectiv cu 60.5% în cazul școlii. În concluzie, construirea și transformarea cartierelor deja existente în PED reprezintă un pas important spre obținerea neutralității climatice, reducând atât consumul de energie, cât și emisiile de carbon.

6. Bibliografie

- [1] *Pilot Cities Programme* – <https://netzerocities.eu/pilot-cities-programme/> accesat la data de 27.04.2023.
- [2] *Pregătiți pentru 55* – <https://www.consilium.europa.eu/ro/policies/green-deal/fit-for-55-the-eu-plan-for-a-green-transition/> accesat la data de 28.04.2023.
- [3] *Nearly Zero Energy Buildings* - https://www.mdipa.ro/userfiles/metodologie_calcul_performanta_energetica_iulie2014.pdf accesat la data de 28.04.2023.
- [4] – <https://www.mcagrup.ro/rulouri-exterioare-termo-storuri/> accesat la data de 27.04.2023
- [5] *Net-Zero Energy Buildings: The Principles and Applications* - <https://www.rethinkingthefuture.com/2022/06/09/a7110-net-zero-energy-buildings-the-principles-and-applications/> accesat la data de 19.04.2023
- [6] Andrea G. M., Fredy V., Beril A., Patxi H., Cecilia S. M. – *How to Achieve Positive Energy Districts for Sustainable Cities: A Proposed Calculation Methodology*, pg.2, 2021 – <https://www.mdpi.com/2071-1050/13/2/710>



STUDII PRIVIND IMPACTUL APELOR SALINE ASUPRA MATERIALELOR DE INSTALAȚII

Autori

Mihai-Nicolae VINTILĂ^{1*}

¹Facultatea de Inginerie a Instalațiilor, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Cluj Napoca, mvintila997@gmail.com
(autorul corespondent)

Thomas-Cristian CĂLĂCEAN¹

¹Facultatea de Inginerie a Instalațiilor, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Cluj Napoca, tomicalacean@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 impactul apelor saline asupra materialelor de instalații cu aplicabilitate în domeniul Ingineriei Instalațiilor. Se va realiza o analiză comparativă privind efectul apelor saline asupra materialelor feroase: oțel și fontă precum și asupra unor materiale neferoase: cupru și aliajele lui, aluminiul și aliajele lui.

Cuvinte cheie

Metale, aliaj, coroziune, electrolit, efecte, proprietăți.

1.Introducere

Materialele utilizate în instalații sunt foarte variate. Natura și compoziția acestora depinde de tipul instalațiilor, de condițiile fizice și chimice în care sunt amplasate.

În figura 1 sunt enumerate tipurile de materiale utilizate în domeniul Ingineriei Instalațiilor.

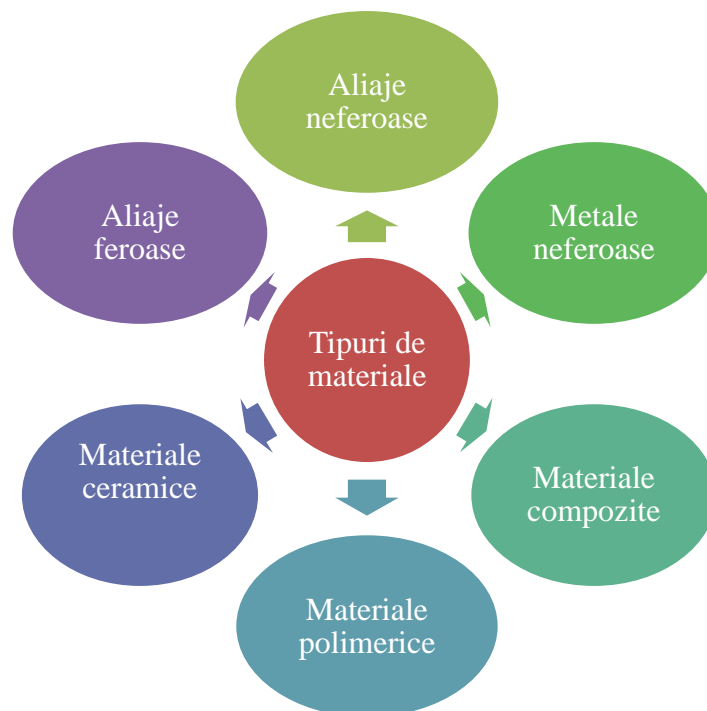


Figura 1. Tipuri de materiale utilizate în domeniul Ingineriei Instalațiilor [1].



2. Materiale metalice

2.1. Materiale feroase

Fierul- Proprietățile fierului:

- este un metal cenușiu;
- punctul de topire 1545 °C;
- punctul de fierbere 2750 °C;
- metal greu cu densitatea 7,874 g/cm³;
- conductibilitate electrică (9,6×10⁶ S/m);
- conductibilitate termică 80,4 W/m·K;
- duritatea este relativ mică (4 pe scara Mohs);
- este maleabil și ductil;
- are proprietăți magnetice [2].

Cele mai frecvent utilizate materiale metalice în instalații, datorită prețului scăzut și datorită proprietăților fizico-mecanice sunt aliajele fierului. Proprietățile mecanice ale acestor aliaje pot fi modificate în mare măsură, prin aliere cu diverse elemente precum și prin tratamente termice. În funcție de conținutul de C din aliaj sunt două grupe de materiale feroase:

- Oțeluri- aliajele Fe cu până la 1,5% C
- Fonte – aliajele cu până la 4,5% C

În funcție de utilizări, oțelurile pot conține elemente care să le coboare pragul de fragilitate la rece (Al) sau care le mărescă stabilitatea în timp (Ti, Al, V) sau așchiabilitatea (S, P, Pb). Aceste elemente nu sunt considerate elemente de aliere. Alte elemente (impuritățile) se folosesc în cantități limitate în funcție de calitatea și domeniul de utilizare a oțelului [3].

Caracteristici generale ale fontei: se toarnă bine, se prelucrează prin așchiere, este casantă, nu se poate prelucra plastic (nu se poate lamina sau forja) și se sudează greu [4].

Caracteristici generale ale oțelului: se toarnă bine, poate fi prelucrat prin deformare plastic: este maleabil și ductil, se poate forja, poate fi prelucrat prin așchiere [5].

Clasificarea oțelurilor:

- Oțeluri carbon- între 0,5% și 1,5% carbon. Este cel mai comun tip de oțel;
- Oțeluri slab aliate, care conțin 1-5% alte metale (nichel sau wolfram);
- Oțeluri înalt aliate, care conțin 12-18% alte metale. Acest tip de oțel este

utilizat numai în aplicații speciale, deoarece este costisitor. Un exemplu de oțel înalt aliat este oțelul inoxidabil, care conține adesea crom și nichel. Oțelul inoxidabil este foarte puternic și foarte rezistent la coroziune [6].

2.2. Metale și aliaje neferoase

Metale neferoase sunt: Cu, Al, Zn, Sn, Ni, Cr, Ag, Au, Pt [1].

2.2.1. Cuprul- Proprietățile cuprului:

- metal greu, cu densitatea de 8,96 g/cm³;
- punctul de topire 1083°C;
- punctul de fierbere 2600°C;
- conductibilitate termică ridicată (401 W/m·K);
- conductibilitate electrică ridicată 59,6·10⁶ S/m;
- duritatea este relativ mică (3 pe scara Mohs);
- rezistență mare la coroziune [1].
- este corodat de cloramine



Este un metal rezistent la rupere și foarte ductil (poate fi tras în fire), poate fi modelat la presiuni mari, are conductibilitate termică mare, este asemănătoare cu cea a argintului (mult mai mare decât a altor metale uzuale). Această proprietate îl recomandă pentru utilizare ori de câte ori este nevoie de transmiterea căldurii (conducte, cazane de distilare). Conductibilitatea cuprului scade atunci când este impurificat.

Aliajele cuprului:

- Aliaje Cu-Zn (alame);
- Aliaje Cu - Sn (bronzuri cu staniu), prezintă rezistență bună la coroziune și la uzură;
- Aliaje Cu - Ni (aliaje de mare rezistivitate electrică) [1].

2.2.2. Alumiul-Proprietățile alumiului:

- metal maleabil și plastic;
- este ușor și are densitatea $2,7 \text{ [g/cm}^3\text{]}$, aproximativ o treime din densitatea oțelului;
- conductibilitate termică ridicată ($237 \text{ W/m}\cdot\text{K}$);
- conductibilitate electrică ridicată ($37,7 \cdot 10^6 \text{ S/m}$);
- temperatura de topire este de 660°C .
- este rezistent la coroziune în medii neutre și slab acide, dar se corodează rapid în medii foarte acide sau alcaline.

Aliajele alumiului se clasifică după natura și numărul elementelor de aliere:

- aliaje binare (Al-Cu, Al-Si, Al-Mg, Al-Zn etc.);
- aliaje ternare (Al-Mg-Si, Al-Cu-Mg etc.);
- aliaje complexe (duraluminiu Al-Cu-Mg-Mn).

Având proprietăți electrice bune, alumiul este folosit și ca material pentru conductoare electrice.

Aliajele au proprietăți îmbunătățite comparative cu metalele pure:

- au temperatură de topire mai scăzută;
- au duritate și rezistență mai mare;
- au rezistență mai mare față de acțiunea agenților chimici;
- au prelucrabilitate mai bună [1].

3. Avantajele și dezavantajele utilizării materialelor metalice în instalații

În figura 2 sunt prezentate avantajele utilizării materialelor metalice în instalații.

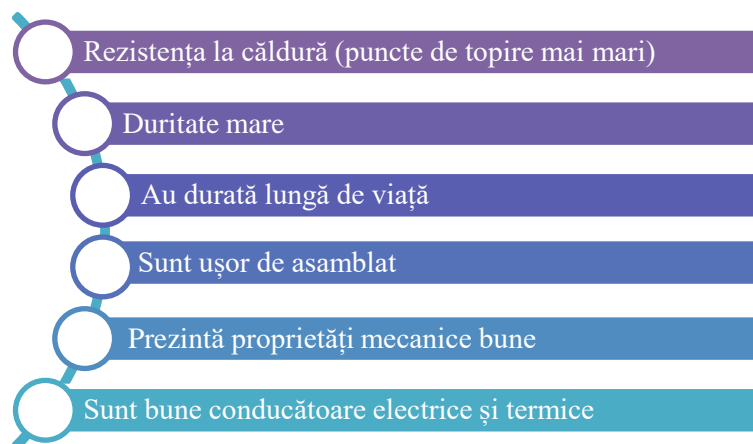


Figura 2. Avantajele utilizării materialelor metalice în instalații.



Dezavantajele utilizării materialelor metalice în instalații

Principalul dezavantaj al materialelor metalice constă în degradarea acestora sub acțiunea factorilor externi din mediul de contact, fenomen numit coroziune [7,8].

Este cunoscut faptul că toate metalele reacționează cu factorii din mediul înconjurător, cu excepția metalelor nobile (Au, Pt). Acesta fapt se explică prin proprietatea metalelor de a ceda electroni, formând ioni pozitivi. Modalitatea de apariție și a gradului de instabilitate a metalelor depinde de natura metalului și de factorii din vecinătatea lui.

Astfel, fierul ruginește, cuprul se coclește căpătând o patină, plumbul și zincul își pierd în timp luciul metalic, aluminiul se oxidează la suprafață formând un strat subțire de oxid, care nu permite ca reacția să se desfășoare în continuare, fenomen numit pasivare [7].

În figura 3 sunt prezentate efectele coroziunii asupra unor materiale feroase.



[9].

Figura 3. Efectele coroziunii asupra unor materiale feroase

În figura 4 sunt prezentate efectele coroziunii asupra cuprului.



Figura 4. Efectele coroziunii asupra cuprului [10].

Daunele cauzate de coroziune sunt enorme, deoarece se ține cont de valoarea metalului corodat, de costurile pentru înlocuirea lui, precum și costurile pentru a preveni proces distructiv.

Cele mai afectate de coroziune sunt sectorul energetic, transportul, produsele chimice, instalațiile petroliere, marine etc.



4. Tipuri de coroziune

Datorită faptului că fenomenele de coroziune sunt extrem de complexe și apar sub diferite forme este greu de realizat o clasificare riguroasă a acestora [7].

O clasificare a coroziunii este în funcție de aspectul distribuției atacului și după mediul în care are loc atacul [8].

O alta clasificare a coroziunii, este în funcție de mecanismul de producere: [7].

- Coroziune chimică (uscată) - datorată gazelor uscate, a unor soluții de lichide fără conductibilitate electrică, în special substanțe organice (soluții de neelectrioliți);
- Coroziunea electrochimică (umedă) – apare în prezența umidității, a unor soluții de electroliți. Electroliții fiind soluții care conduc curentul electric prin intermediul ionilor mobili.

Coroziunea electrochimică este rezultatul apariției unor elemente locale (microelemente) la suprafața metalului. Soluția și metalul sunt străbătute de un curent electric, generat de procesele electrochimice care se desfășoară la limita celor două faze.

Rezistența la coroziune a materialelor metalice este dependentă de condițiile de suprafață ale acestora, precum și de prezența sau absența unui strat de oxid, pe suprafața metalului, numit strat pasiv.

5. Impactul salinității asupra materialelor metalice

Apele salin sunt caracterizate de prezența clorurilor. Sărurile care vin în contact cu suprafața metalului conțin ionii Cl^- , care pătrund prin stratul pasivator superficial al metalului. Din punctul de vedere al coroziunii, apa de mare este cea mai corozivă apă naturală.

Deoarece coroziunea se referă la mișcarea electronilor, efectul coroziv al apei sărate este amplificat de factori precum: salinitatea, conținutul de oxigen, existența microorganismelor și mișcarea față de suprafețele imersate.

Datorită faptului că aceste caracteristici variază puțin de la o zonă la alta, viteza de coroziune în apa de mare nu variază foarte mult. Diferențele care apar pot fi datorate faptului că solubilitatea oxigenului este influențată de temperatură, aceasta scăzând odată cu creșterea temperaturii. De exemplu, viteza de coroziune a oțelului este 0,125 mm/an (25 mg/dm² zi). [6]

”Apa sărată corodează metalul de cinci ori mai repede decât apa dulce, iar aerul sărat și umed din ocean face ca metalul să se corodeze de 10 ori mai repede decât aerul cu umiditate normală. De asemenea, bacteriile din apa oceanului consumă fier și excrețiile lor se transformă în rugină.” [11].

Rezultatele coroziunii pot fi separate în trei mecanisme principale de deteriorare: eroziune, coroziune și sinergie (coroziunea îmbunătățită cu eroziune și eroziunea îmbunătățită cu coroziune).

Un studiu, privind efectul concentrației de clorură de sodiu asupra coroziunii unui oțel inoxidabil 18Cr–8Ni, a arătat că o creștere a salinității de la 0,05% NaCl (apă dulce) la 3,5% NaCl (apa de mare) conduce la o creștere substanțială a coroziunii. Totuși, crescând salinitatea de la 3,5% NaCl la 10% NaCl ("saramură"), nu s-a constatat nicio pierdere suplimentară de volum [12].

Cuprul este mai rezistent la coroziune decât fierul sau oțelul, dar este corodat de cloramine (substanțe introduse în apă pentru decontaminare, distrugere a bacteriilor) [13].

De asemenea, cuprul și aliajele sale sunt corodate de electroliți ca: HCl, NaCl, NaOH și KOH. Rata de coroziune crește odată cu concentrația soluției până la o valoare, la care are loc fenomenul de pasivare, împiedicând să aibă loc o coroziune excesivă. Impactul coroziv este mai mare în cazul electroliților acizi (HCl) și a sării (NaCl), comparativ cu cel al soluțiilor alcaline (adică NaOH și KOH) [14].



Aluminiul este rezistent la coroziune, formând un strat protector de oxid la suprafață, fenomen numit pasivare. Stratul de oxid este stabil în intervalul de pH cuprins între 4 și 9. Totuși, în prezența halogenurilor, în special a clorurilor, aluminiul se corodează [15].

Clorura de metil și bromura de metil sunt corozive în contact cu aliajele pe bază de aluminiu. Fenolii și tetraclorura de carbon aproape uscate sau în apropierea punctelor lor de fierbere sunt foarte corozive pentru aliajele de aluminiu. Acest comportament poate fi prevenit prin prezența urmelor de apă [16].

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

În tabelul 1 este prezentată o analiză comparativă privind punctele de topire ale metalelor și aliajelor studiate. În urma acestei analize putem observa că cel mai ridicat punct de topire îl are oțelul, urmat de fontă, apoi cupru și aliajele lui [17].

Tabelul 1 .Punctele de topire ale metalelor și aliajelor studiate

Denumire material	Punct de topire (°C)
Fonte	1 150 - 1 250
Oțeluri	1 450 - 1 520
Cupru	1083
Aluminiu	660
Aliaje cu Cu	880 - 1 040
Aliaje cu Al	570 - 655

În tabelul 2 este prezentată o analiză comparativă privind impactul sărurilor asupra materialelor de instalații studiate

Tabelul 2. Analiza comparativă privind impactul sărurilor asupra materialelor metalice.

Denumire material	Avantaje	Dezavantaje	Tipuri de săruri
Fonte	Punct de topire ridicat Sunt ieftine.	Ruginesc.	NaCl Halogenuri organice Halogenuri de acid organic
Oțeluri	Punct de topire ridicat Elasticitate Duritate mare	Ruginesc, excepție făcând oțelurile inoxidabile Oțelurile inoxidabile au preț de cost ridicat.	NaCl Halogenuri organice. Halogenuri de acid organic.
Cupru	Punct de topire ridicat Rezistent la coroziune.	Preț de cost ridicat. Este corodat de unele săruri.	NH ₂ Cl (cloramina) NaCl, KCl
Aluminiu	Punct de topire relativ scăzut	Se corodează repede în mediu bazic și în mediu puternic acid.	NaCl



	Rezistent la coroziune în mediu neutru și slab acid.		
Aliaje cu Cu	Punct de topire ridicat. Rezistență bună la coroziune și uzură.	Preț de cost ridicat. Se corodează în soluții de electroliți precum acidul clorhidric, clorura de sodiu, hidroxid de sodiu, hidroxid de potasiu. NaOH și KOH.	NaCl, KCl
Aliaje cu Al	Rezistență mai mare decât aluminiul față de acțiunea agenților chimici.	Este corodat de cloruri organice, fenoli	CCl ₄ CH ₃ Cl CH ₃ Br Fenoli

Din analiza comparativă se constată că, prin aliere metalele își îmbunătățesc rezistența față de acțiunea apelor saline. De asemenea, dintre materialele studiate, cea mai mare rezistență la coroziune față de apele saline o au aliajele aluminiului.

7. Concluzii

Potrivit studiului efectuat cu privire la efectul apelor sărate asupra materialelor metalice, se poate concluziona că:

- la alegerea materialelor utilizate în instalații, este necesară o bună cunoaștere a proprietăților acestora;
- materialele metalice suferă în mediu apos un fenomen de coroziune electrochimică;
- coroziunea electrochimică depinde foarte mult de concentrația de sare din soluție, precum și de temperatura soluției, concentrația de oxigen, prezența microorganismelor și viteza de mișcare față de suprafețele imersate;
- cuprul este mai rezistent la coroziune decât fierul sau oțelul, dar nu poate rezista tuturor agenților corozivi, fiind corodat de cloramine;
- aluminiul este mai rezistent în mediu apos la coroziune decât cuprul, se corodează în mediu bazic și în mediu puternic acid;
- aliajele aluminiului sunt rezistente la coroziune în soluții apoase, însă se corodează în prezența unor cloruri organice.

BIBLIOGRAFIE

1. Iluțiu – Varvara D.A., Materiale de instalații. Editura U.T. PRESS, Cluj – Napoca, 2020.
2. Substanțe anorganice (chimie-bl.eu)30.04.2023; 12,30;
3. Curs: Materiale Utilizate in Instalatii (#387160) - Gradu, 30.04.2023. 10,15;
4. Fontă - Wikipedia, 30.04.2023; 13, 08;
5. <https://www.thoughtco.com/metal-profile-iron-2340139#Properties-> ;
6. Profil metalic: Proprietăți și caracteristici ale fierului (thoughtco.com), 30.04.2023; 14,20;
7. <https://www.scribub.com/stiinta/chimie/Coroziunea-metalelor-proces-ch234617157.php>;
8. <https://www.brindustry.ro/coroziunea-metalelor/>;
9. coroziunea fierului - Bing images, 23.04.2023; 19;
10. coroziune cupru - Bing images 23.04.2023; 18,30
11. <https://sciencing.com/effects-saltwater-metals-8632636.html>;



Sesiunea Națională de Comunicări Științifice Studentești
Cluj-Napoca 12-13 Mai 2023



12. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0043164820309741>\\;
13. https://kylesgarage.com/how-to-identify-and-fix-copper-pipe-corrosion/#Copper_Corrosion, 30.04.2023;16;
14. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1110016820306761>,30.04.2023, 16,45;
15. Coroziune aluminiu - o privire de ansamblu | Subiecte ScienceDirect, 30.04.2023, 16,30;
16. Understanding Aluminum Corrosion (corrosionpedia.com), 30.04.2023, 17;
17. Temperatura de topire a metalelor: Rombadconstruct, 30.04.2023; 15, 25.

PREMII

Premiul	Numele și prenumele autorului/autorilor	Instituția de învățământ	Titlul lucrării	Îndrumător/îndrumători
I	Ștefan MĂGUREANU	UTCN Facultatea de Inginerie a Instalațiilor	Sisteme de încălzire și răcire zonală de ultimă generație 5GDHC. Soluții actuale și studiu de caz pentru Cluj-Napoca	Constantin CILIBIU
II	Lucian ROZOREA Eugen POPA Vlad TANASE	UNITBv Facultatea de Construcții	Peretele Trombe. Studiu experimental	George DRAGOMIR
III	Theodor CONȚOLENCU Maxim TOFAN	UTCN Facultatea de Inginerie a Instalațiilor	Eficientizarea sistemului de iluminat pentru aeroportul „Avram Iancu” din Cluj-Napoca	Dorin BEU
Mențiune	Denis SIMONIAK Gabriel ILIES	UTCN Facultatea de Inginerie a Instalațiilor	District cu energie pozitivă. O soluție pentru tranziția către orașe neutre din punct de vedere climatic.	Tania RUS
Mențiune Specială	Miruna-Elena PĂLTINEAN Alina-Paula-Daniela COSTEA	UTCN Facultatea de Inginerie a Instalațiilor	Studiu privind factorii care contribuie la coroziunea conductelor din aliaje feroase	Dana - Adriana ILUȚIU - VARVARA
Mențiune Specială	Dragoș-Valentin OLTEAN Florin Gheorghe RUS	UTCN Facultatea de Inginerie a Instalațiilor	Proiectarea unei instalații fotovoltaice pentru o clădire educațională	Călin Nicolae CIUGUDEANU



Sesiunea Națională de Comunicări Științifice Studentești
Cluj- Napoca 12-13 Mai 2023



Comisia 3

CĂI FERATE, DRUMURI ȘI PODURI – CFDP INGINERIE URBANĂ ȘI DEZVOLTARE REGIONALĂ – IUDR MĂSURĂTORI TERESTRE ȘI CADASTRU - MTC

1. Conf.dr.ing. Mircea BONDREA – președinte
2. Conf.dr.ing. Mihai RĂDULESCU
3. Șef l.dr. ing. Corina CHIOTAN
4. Șef l.dr. ing. Mircea CONȚIU
5. Șef l.dr. ing. Crina FENEȘAN
6. Șef l.dr.ing. Nicolae CIONT
7. Șef l.dr.ing. Alexandra DANCIU
8. Șef l.dr.ing. Mirela BECA
9. Ing. Minerva CRIȘAN

- 10.Student Andreea PRICOP
- 11.Student Nicolae Darius STUGARI

Membri supleanți:

1. Șef l. dr.ing. Raluca GĂLGĂU
2. Șef l.dr. ing. Dorin BĂRBĂNȚĂ
3. Șef l.dr. Vladimir MARUSCEAC



ARMAREA PAMANTULUI CU GEOSINTETICE

Autor/autori

Mihaela - Gabriela ABRUDAN, Delia - Alexandra STEFAN

Email: abrudangabriela24@yahoo.com

stefandelia2000@yahoo.com

Universitatea Tehnica Cluj-Napoca, Facultatea de Constructii

Îndrumător/îndrumători

S.L. Dr. Ing. Andrei Florin CLITAN

Universitatea Tehnica Cluj-Napoca, Facultatea de Constructii

Email: Andrei.Clitan@cfdp.utcluj.ro

I. MATERIALE GEOSINTETICE

I.1. Descrierea materialelor geosintetice

Geosinteticele sunt produse plane, fabricate din polietilena durabilă sau din material polimeric de polipropilenă. În prezent, geosinteticele reprezintă o soluție economică și eficientă pentru stabilizarea terenurilor. Calitatea lor superioară și instalarea rapidă transformă geosinteticele într-o soluție excelentă pentru aplicarea lor în sol, roci și pământ.

În funcție de tipul și de materialul din care sunt realizate geosinteticele, acestea îndeplinesc următoarele funcții: funcția de filtrare, funcția de drenare, funcția de etanșare (impermeabilizare), funcția de protecție, funcția de separare, funcția de armare și funcția de container.

I.2. Tipuri de materiale geosintetice



Fig. 1-Geomembrane

Geomembranele sunt produse polimerice plane subțiri, sub formă de folii polimerice continue, care prezintă o permeabilitate foarte redusă, utilizându-se pentru funcția de etanșare (Figura 1).

Geotextilele sunt țesături permeabile realizate din fibre sintetice sau naturale. Acestea pot fi țesute, nețesute, tricoturi, consolidate prin înterțesere sau termosudare, utilizate în construcții în contact cu pământul sau alte materiale, având funcții hidraulice (Figura 2).



Fig.2-Geotextile

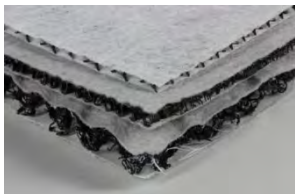


Fig.3-Geocompozite

Geocompozitele sunt combinații de materiale, având în compoziție cel puțin un material geosintetic, fiind utilizate pentru filtrare, drenaj, etanșare, armare etc (Figura 3).

Geogrițele sunt rețele polimerice regulate având ochiuri mari pentru a permite pătrunderea materialelor granulare. Acestea combină capacitatea de rezistență crescută cu fluajul lent, fiind utilizate în principal la armarea solului și a zidurilor de susținere (Figura 4).



Fig.4-Geogrițe

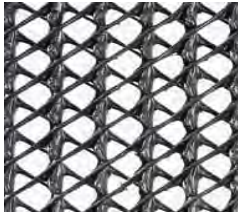


Fig.5-Georețele

Georețelele sunt produse realizate din polietilenă cu structură plană deschisă sub formă de rețea, care prezintă nervuri ce se intersectează sub diferite unghiuri, având ca funcție principală drenajul lichidelor și a gazelor (Figura 5)

I.3. Prima însemnare a geosintetelor

Sunt peste patru decenii de când Jean Pierre Giroud a folosit pentru prima dată, în cadrul Primei Conferințe Internaționale a Geotextilelor, cuvintele “geotextil” și “geomembrană”. Materialele respective existau deja și erau utilizate, dar este greu de marcat în timp momentul în care au fost folosite pentru prima dată. Cert este că după acea conferință din 1977, materialele geosintetice au cunoscut o dezvoltare exponențială. În 1983 a luat ființă Societatea Internațională a Geotextilelor, care în 1994 devine Societatea Internațională a Geosintetelor, care are ca scop principal promovarea și dezvoltarea materialelor geosintetice.

România a urmat acest trend și în 1991 s-a înființat Asociația Română a Geosintetelor. Prima structură de sprijin din România realizată din pământ armat cu geogridurile (Morărești – Dealu Negru) a fost concepută în anul 1994 din geogridurile monoaxiale și biaxiale Tensar. Sistemul Tensar combină integritatea structurală cu funcționalitatea și estetica. Acesta este alcătuit din blocuri speciale modulare combinate cu geogridurile uniaxiale din polietilenă de înaltă densitate și conectori speciali atașați în blocuri modulare. Extinderea pe orizontală a geogridurilor uniaxiale cu scopul armării și consolidării pământului, transformă într-o masă solidă de tip monolit.

II. GEOGRILELE

Geogridurile sunt geosintetice utilizate în general pentru armarea pământului, formate dintr-o rețea deschisă regulată, cu deschideri suficient de mari pentru a permite pătrunderea materialelor cu care vin în contact. Golurile au dimensiuni mult mai mari decât nervurile (1-10 cm). Prin înglobarea acestora în pământ sau în orice alt material, geogridurile acționează atât prin frecarea rețea/material, pe ambele fețe, cât și prin interacțiunea mecanică cu respectivul material. Principala funcție a geogridurilor fiind armarea pământurilor slabe de fundare, utilizându-se pentru:



Fig.6-Structură de sprijin

ARMAREA STRATULUI DE AGREGATE DIN FUNDAȚIA
DRUMULUI (Figura 7)

STRUCTURI DE SPRIJIN (ziduri) DIN PĂMÂNT ARMAT -
GEOGRILE (Figura 6)



Fig.7-Armare strat fundație



Fig.8-Armare strat (C.F.)

ARMAREA STRATULUI DE BALAST LA CĂILE FERATE

(Figura 8)

STABILIZAREA ȘI REABILITAREA PANTELOR INSTABILE (Figura 9)



Fig. 9-Pantă instabilă



Fig.10-Armare îmbrăcăminți

ARMAREA ÎMBRĂCĂMINȚILOR ASFALTICE (Figura 10)

SALTELE PENTRU CONSTRUCȚII REALIZATE PE
TERENURI MOI SAU UMPLUTURI NEOMOGENE, ÎN
SCOPUL MĂRIRII CAPACITĂȚII PORTANTE A
ACESTORA (Figura 11)



Fig. 11-Saltele

Geogriile sunt monoaxiale (Figura 12), biaxiale (Figura 13), triaxiale și se pot prezenta sub două forme:

- rețele octogonale de nervuri fixate prin noduri
- fâșii octogonale din polimeri, suprapuse printr-un procedeu special de extrudare și etirare

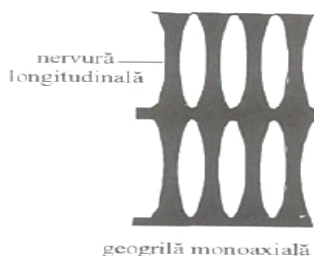


Fig.12-Geogrilă monoaxială

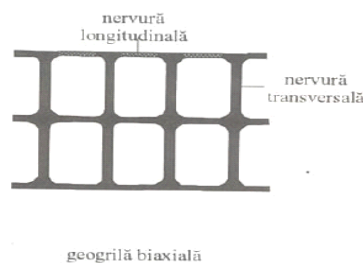


Fig.13-Geogrilă biaxială

II.1. Tehnici de realizare a geogriilor

Se folosesc două tehnici principale pentru a se obține un ansamblu monolit pornind de la o placă de bază extrudată (care poate fi constituită din polietilenă de înaltă densitate, poliester de înaltă rezistență sau polipropilenă):



- Prin fante sau goluri – se practică fante sau se ștanțează goluri circulare în placă de bază și se etirează, la temperatură controlată, pe două direcții (întai în sens longitudinal, apoi în sens transversal)
- Tehnologii care constau din producerea de benzi independente care se dispun în rețea, iar la noduri sunt sudate sau împletite

II.2. Caracteristicile geogrilelor

II.2.1. Caracteristicile fizice

- tipul structurii: monoaxială sau biaxială
- tipul nodurilor: continui integrate, sudate, împletite; nodurile continui integrate și cele sudate sunt rigide, iar cele împletite sunt flexibile
- dimensiunea golurilor (1-10 cm)
- grosimea, t (în gama 2-20 mm)
- masa pe unitatea de suprafață, μ_A (variază între 200 și 1000 g/m²)
- procentul de deshidreri (40-95%)
- rigiditatea (suplețea) – exprimă capacitatea geogrilelor de a se deforma în planul lor, urmărind forma neregulată a stratului suport

Rigiditatea este caracteristica geogrilelor care influențează deformarea acestora; prin urmare geogrilele se grupează în două categorii:

- rigide (cazul polietilenei sau polipropilenei)
- flexibile (cazul geogrilelor realizate prin procedee de tasare a firelor din poliester)

II.3.2. Caracteristicile mecanice

- Rezistența la întindere

Încercarea pentru determinarea rezistenței la întindere se realizează pe una sau mai multe nervuri și pe noduri. Nervura este supusă unui efort axial de întindere până la rupere. În cazul geogrilelor monoaxiale, testul se realizează pe nervurile longitudinale. Dacă geogrila este biaxială, trebuie testate ambele nervuri. Cunoscând caracteristicile la tracțiune a nervurilor și dimensiunile golurilor, se poate calcula o rezistență globală la întindere. În practică, se realizează încercări pe mai multe nervuri simultan pentru a obține o precizie mai mare.

- Rezistența la forfecare pe interfețe

Valorile parametrilor rezistenței la forfecare pentru interfața geogrila/alte materiale se determină în laborator folosind aparatul de forfecare directă.

- Rezistența la ancorare (smulgere)

Principala calitate a geogrilelor este rezistența lor mare la ancorare datorită încheșării mecanice cu materialul cu care vin în contact.



Există 3 mecanisme implicate în rezistența geogrilelor la ancorare:

- forfecare pe cele două fețe ale nervurilor longitudinale (superioară și inferioară) - LR_s
- forfecare pe cele două fețe ale nervurilor transversale - TR_s
- rezistența pasivă pe partea anterioară a nervurilor transversale - TR_h

Gradele de mobilizare a celor 3 componente depind de relația efort – deformație a nervurilor longitudinale, de flexibilitatea și proprietățile efort – deformație ale nervurilor transversale, ca și de configurația nervurilor care poate îmbunătăți gradul de „încleștare” a agregatelor în grilă.

II.3.3. Caracteristici de durabilitate

- Fluajul (curgerea lentă)

Datorită faptului că toți polimerii din care sunt fabricate geogriile au lanțuri moleculare lungi, moleculele fiind aranjate în zone cristaline care alternează cu zone amorfe, comportarea acestora la fluaj reflectă gradul de cristalinătate. Dacă forța care provoacă fluajul este de tracțiune, geogrila se deformează în timp, ceea ce provoacă o scădere a secțiunii transversale și o concentrare de eforturi care conduce la rupere când este depășită rezistența polimerului. Comportarea la fluaj depinde în mare măsură de temperatură. Creșterea temperaturii implică creșterea vitezei cu care se dezvoltă fluajul. Pentru a obține caracteristicile de curgere lentă ale geogrilelor și, în general, ale materialelor geosintetice, sunt necesare încercări de laborator pe termen foarte lung

Caracteristicile geogriilei, efort – deformație – timp, pentru o temperatură constantă, pot fi reprezentate într-un sistem tridimensional în care se utilizează curbe de tipul: izocrone, izodeformații, izoeforturi.

- Degradarea geogrilelor

Degradarea geogrilelor, ca și a celorlalte geosintetice, depinde de tipul de polimer și, în funcție de factorul ce o provoacă, poate fi: degradare termică, degradare prin oxidare – aplicabilă pentru polimeri de tipul poliolefinelor, degradare prin hidroliză – aplicabilă pentru poliesteri, degradare chimică, degradare radioactivă, degradare biologică, degradare datorită razelor UV, degradare prin fisurare – se produce în cazul polietilenei de înaltă densitate, degradare datorită operațiilor de punere în operă.

III. VERIFICAREA UNEI STRUCTURI DE PĂMÂNT ARMAT CU GEOGRILE

Conform GP 093/06 – „Ghid privind proiectarea structurilor de pământ armat cu materiale geosintetice și metalice” sunt prezentate etapele de verificare a unei structuri de pământ armat cu geogriile:

III.1. Verificarea stabilității la alunecare pe talpă

În această etapă se verifică dacă este asigurată stabilitatea contra alunecării structurii pe interfața dintre umplutura armată și terenul de fundare.

- Stabilitatea la alunecare la contactul umplutură armată/teren

$$R_h \leq R_v \cdot \tan \phi + c \cdot L \quad (3.1)$$

R_h – rezultanta forțelor orizontale; R_v – rezultanta forțelor verticale; ϕ – unghiul de frecare internă al pământului; c – coeziunea terenului/ pământului armat; L – lățimea efectivă a bazei structurii

- Stabilitatea la alunecare la contactul armătură/teren

$$f_{al} \cdot R_h \leq R_v \cdot \tan \delta_a + c_a \cdot L \quad (3.2)$$

f_{al} – factorul parțial pentru alunecarea pe talpă; R_h – rezultanta forțelor orizontale; R_v – rezultanta forțelor verticale; δ_a – unghiul de frecare dintre armătură și teren; c_a – adeziunea dintre teren și armătură; L – lățimea efectivă a bazei structurii

III.2. Verificarea stabilității la răsturnare

În practica curentă de proiectare se calculează excentricitatea rezultantei forțelor verticale, care trebuie să fie mai mică decât $L/6$, în caz contrar fiind necesară o lungime mai mare de armătură.

$$e = \frac{M_0}{R'_v \cdot 1m} > \frac{L}{6} \quad (3.3)$$

e – excentricitatea; M_0 – momentul tuturor forțelor față de centrul bazei; R'_v – rezultanta forțelor verticale; L – lățimea efectivă a bazei structurii

III.3. Verificarea presiunilor pe teren

$\sigma_v \leq p_{cr} + \gamma_f \cdot D_m$ (3.4) σ_v – presiunea pe baza; p_{cr} – presiunea critică; γ_f – greutatea volumică a terenului de fundare; D_m – adâncimea de încastrare a structurii;

III.4. Verificarea armăturii la smulgere

Verificarea de stabilitate internă a structurii de sprijin din pământ armat la cedarea prin smulgerea armăturii este exprimată printr-o condiție impusă perimetrului „ P_i ” al armăturii „ i ”.

$$P_i \geq f_{sm} \cdot \frac{T_i}{\tan \delta_a \cdot L_{pi} \cdot (\gamma_1 \cdot h_i + q) + c_a \cdot L_{pi}} \quad (3.5)$$

P_i – perimetrul armăturii „ i ”, egal cu lățimea totală orizontală a fețelor superioară și inferioară ale armăturii „ i ”, f_{sm} – factorul parțial pentru smulgerea armăturilor, T_i – forța maximă de întindere în armătură „ i ”, $\tan \delta_a$ – coeficientul de frecare dintre armătură și pământ, L_{pi} – lungimea armăturii „ i ” în zona pasivă a masivului din spatele structurii, q – suprasarcina permanentă, c_a – adeziunea armătură/teren

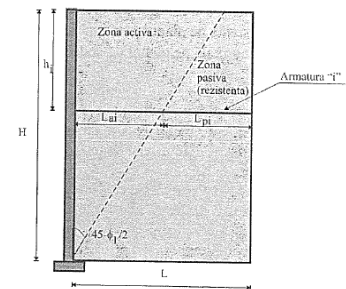


Fig. 14-Definirea zonelor activă și rezistentă

IV. STUDIU DE CAZ

În cadrul podului prevăzut peste râul Someș în municipiul Satu Mare, s-a optat pentru soluția cu ziduri de pământ armat cu geogridurile, fiind o soluție mult mai economică decât versiunea cu ziduri de beton armat. Punerea în operă este mai eficientă și rapidă, iar folosirea pământului local ne permite să admitem că soluția este mai ecologică.

Din punct de vedere al amprentei de carbon, se elimină procesele de producție și de transport ale betonului. De asemenea, nu este nevoie de armătură de oțel.



Fig.15



Fig. 16

Fig. 17

Fig. 18

Fig. 15, Fig. 16, Fig. 17, Fig. 18- Poze execuție amplasare geogrid

În spatele zidului de pământ armat cu geogrid există posibilitatea dezvoltării unei alunecări de teren. Astfel, structura a fost supusă și verificării stabilității globale, pe lângă seria de verificări uzuale a unei structuri de sprijin: lunecare, răsturnare și capacitate portantă. Suprafața potențială de cedare intersectează zona de pământ armat, eforturile de întindere fiind preluate de nervurile geogridului monoaxiale. Armătura în zona inferioară a fost prelungită pentru a conferi un plus stabilității globale.

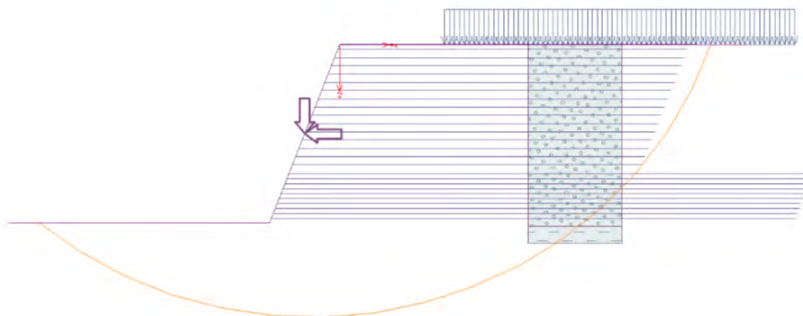


Fig. 19-Suprafața cu factorul cel mai mic de stabilitate, intersectează zona armată cu geosintetice a zidului



V. CONCLUZII

Materialele geosintetice reprezintă o modalitate eficientă, rapidă și economă pentru armarea pământurilor și a zidurilor de pământ. Numeroasele funcții pe care le îndeplinesc materialele geosintetice, permit utilizarea lor în diverse lucrări în domeniul construcțiilor. Avantaje pe care acestea le oferă față de soluțiile convenționale de îmbunătățire a terenurilor de fundare care se bazează pe utilizarea de straturi suport cu lianți hidraulici, prezintă versatilitatea și importanța utilizării geosinteticelelor. În lipsa unor normative specifice de proiectare pentru drumuri, această tehnologie nu este atât de utilizată pe cât s-ar dori.

Studiul de caz al podului peste râul Someș din municipiul Satu Mare, reprezintă un exemplu care demonstrează eficiența, atât tehnică cât și economică, a geogriurilor.

VI. BIBLIOGRAFIE

1. https://geosintetice.ro/?gclid=CjwKCAjw3POhBhBOEiwAqTCuBs9ZfUKX2xti3Q1wsSCnQ8_zyD0UoPyRTojq7zcD3INCNgPHxNsjQRoCCRYQAvD_BwE
2. <https://www.revistaconstrucțiilor.eu/index.php/2020/07/01/despre-utilizarea-optima-a-materialelor-geosintetice-in-romania/>
3. <https://suceavalive.ro/materialele-geosintetice-ce-sunt-cum-se-utilizeaza-si-ce-functii-indeplinesc/>
4. https://cdn.fbsbx.com/v/t59.2708-21/325144620_1140165406661722_6034804499225228428_n.docx/Urcan-Evelina_3143_conspect.docx?nc_cat=108&ccb=1-7&nc_sid=0cab14&nc_ohc=FjqpXQuKIjsAX-XyNzt&nc_ht=cdn.fbsbx.com&oh=03_AdQtOuUg3LoF-36kMIW3NSPpFNyUMi_o6SVwMr6n0vsFHw&oe=63CCD27A&dl=1
5. <https://suceavalive.ro/materialele-geosintetice-ce-sunt-cum-se-utilizeaza-si-ce-functii-indeplinesc/>
6. <https://www.revistaconstrucțiilor.eu/index.php/2020/07/01/despre-utilizarea-optima-a-materialelor-geosintetice-in-romania/>
7. <https://www.revistaconstrucțiilor.eu/index.php/2020/07/01/despre-utilizarea-optima-a-materialelor-geosintetice-in-romania/>
8. *Ministerul Dezvoltării, Lucrărilor Publice și Administrației Publice: Normativ pentru utilizarea materialelor geosintetice la lucrările de construcții - indicativ NP 075-2002*
9. *Ministerul Dezvoltării, Lucrărilor Publice și Administrației Publice: Ghid privind proiectarea structurilor de pamant armate cu materiale geosintetice si metalice, indicativ GP 093-2006*



STUDIU COMPARATIV IMAGISTIC A ZBORURILOR CU TEHNOLOGIA UAV DIN LOCALITATEA FĂURENI, JUDEȚUL CLUJ

Autor/autori

Diana Maria I. Almășan¹, Teodora F. Coldea²

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

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

Îndrumător/îndrumători

Prof.Dr.Ing. Adrian Rădulescu³

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

REZUMAT:

Obiectul lucrării este reprezentat de studiul comparativ în scopul îmbunătățirii calității zborului și determinarea înălțimii optime de zbor într-o zonă mixtă: locuințe și zonă agricolă. Astfel am realizat 4 zboruri cu drona la altitudini de 50m, 100m, 150m, 200m, urmărind claritatea detaliilor și timpul de zbor în raport cu înălțimea zborului.

1. Prezentare generala

Zona de studiu aleasă se află in centrul satului Făureni, din UAT Vultureni, județul Cluj.



Fig. 1.1. Zona studiată



Fig. 1.2. Zona studiată

2. Prezentarea aparaturii

În cadrul prezentei lucrări, am utilizat drona Matrice 210 RTK, camera fotogrammetrică Zenmuse P1, și Anemometru PeakTech.



Fig. 2.1. Drona Matrice 210 RTK

Precizia este esențială atunci când vine vorba de topografie și aici intervine RTK în Matrice 210 RTK. Stația mobilă D-RTK 2 este receptorul GNSS de înaltă precizie actualizat de DJI, care acceptă toate sistemele majore de navigație prin satelit la nivel mondial, oferind corecții diferențiale în timp real care generează date de poziționare la nivel de centimetru pentru o precizie relativă îmbunătățită.



Fig. 2.2. Stația mobilă D-RTK



Fig. 2.3. Camera
fotogrammetrică Zenmuse P1

Camera fotogrammetrică Zenmuse P1 integrează un senzor full-frame cu lentile interschimbabile cu focalizare fixă pe un gimbal stabilizat pe 3 axe. Proiectat pentru misiuni de zbor fotogrammetrie, duce eficiența și precizia la un nivel cu totul nou, efectuând câte o fotografie la fiecare 0.7 secunde în timpul zborului și care acopera 3 km² într-un singur zbor.

Anemometrul PeakTech cu termometru IR fără contact, măsoară viteza aerului, debitul de aer (punct unic) și temperaturi de la distanță (până la 500 °C / 932 °F), cu un raport de 30: 1 (distanță /spot)



Fig. 2.4. Anemometru PeakTech

3. Studiu de caz

Obiectul lucrării este reprezentat de studiul comparativ în scopul îmbunătățirii calității zborului și determinarea înălțimii optime de zbor într-o zonă mixtă: locuințe și zonă agricolă. Astfel am realizat 4 zboruri cu drona la altitudini de 50m, 100m, 150m, 200m, urmărind claritatea detaliilor și timpul de zbor în raport cu înălțimea zborului.

Pentru zborul la altitudinea de 50m am folosit tehnologia RTK din dotarea dronei, iar pentru restul altitudinilor, drona va fi conectată la baza RTK, pentru a preveni pierderea semnalului și pentru a-și efectua corecțiile necesare în vederea obținerii unei precizii optime.



Fig. 3.1. Aplicația Weather

În cadrul acestui studiu s-a ales o zi înseninată, cu temperaturi medii de 10⁰-15⁰ Celsius, fără condiții de ploaie, cu vânt între 1-2 metri/secundă.

Utilizând aplicația Weather, am vizualizat condițiile atmosferice prezente în UAT Vultureni, iar cu ajutorul anemometrului am verificat datele furnizate.

Cu ajutorul aplicației Drone Deploy am alcătuit planul de zbor, limitele fiind stabilite identic pentru toate cele patru zboruri.

Pentru setarea parametrilor de zbor, am ales un Overlap de 70% pentru toate cele 4 sesiuni de zbor, poziția camerei verticală și margini 0.



Fig. 3.2. Parametrii de zbor

3.1. Situația comparativă a zborurilor

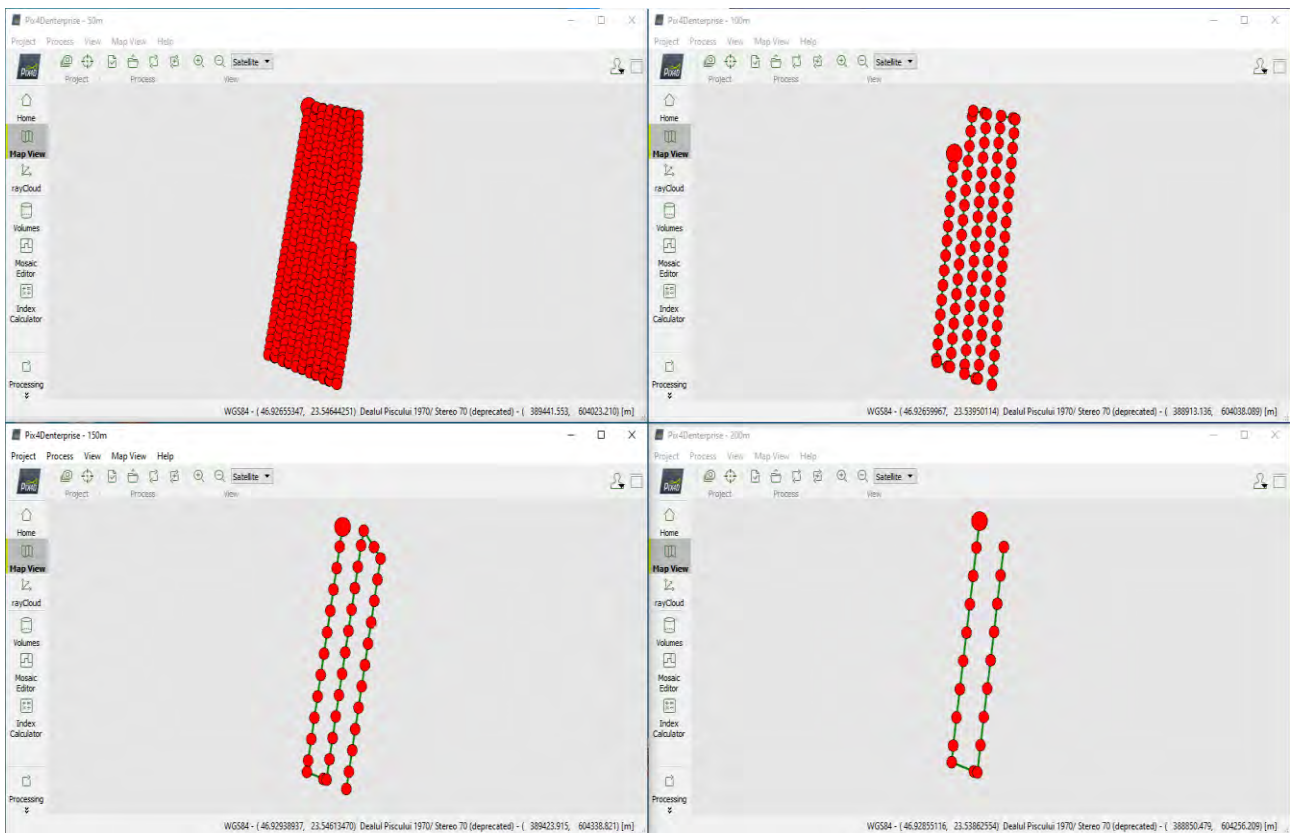


Fig. 3.3. Situația preluării imaginilor la diferite altitudini

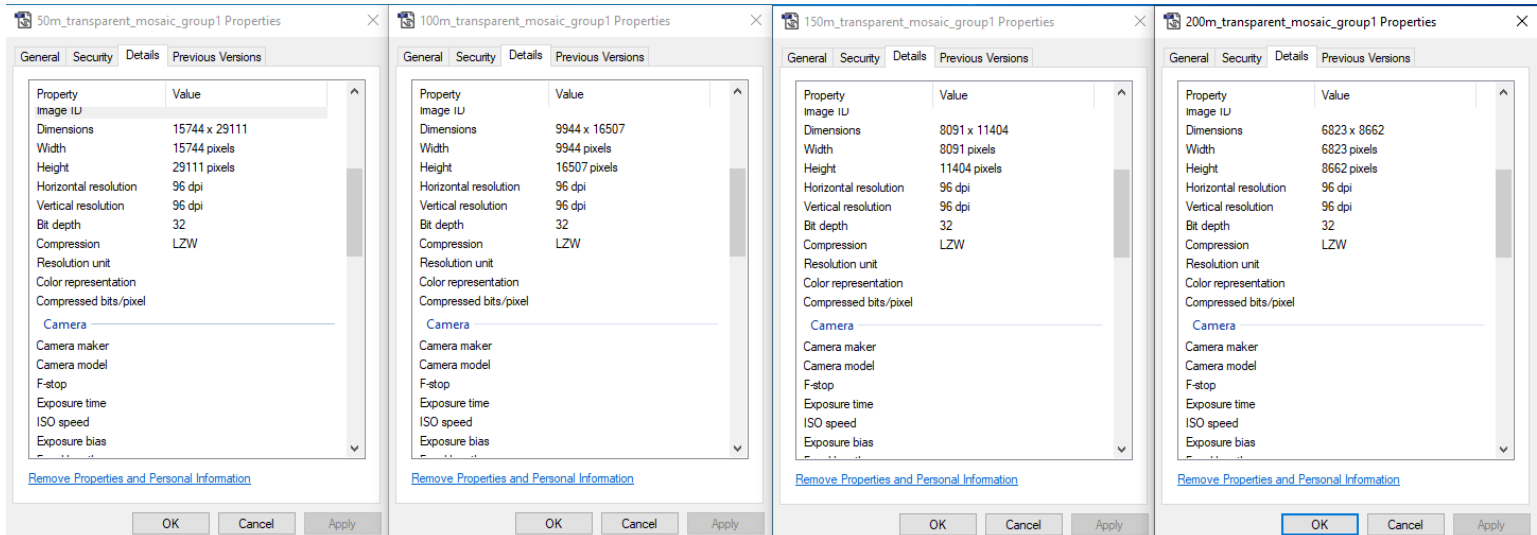


Fig. 3.4. Analiza raportată a rezoluției fiecărui zbor

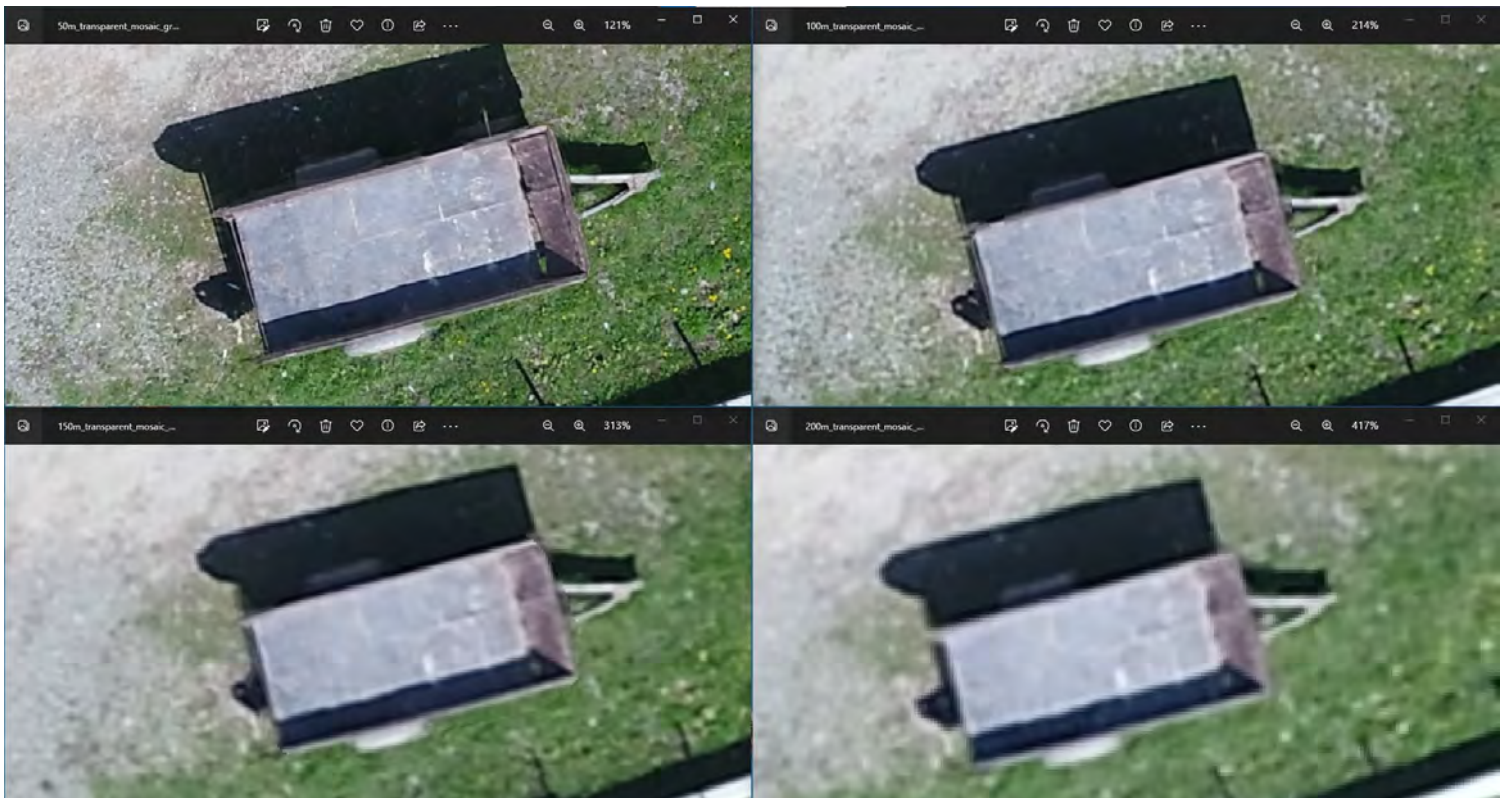


Fig. 3.5. Analiza vizuală a rezoluției fiecărui zbor

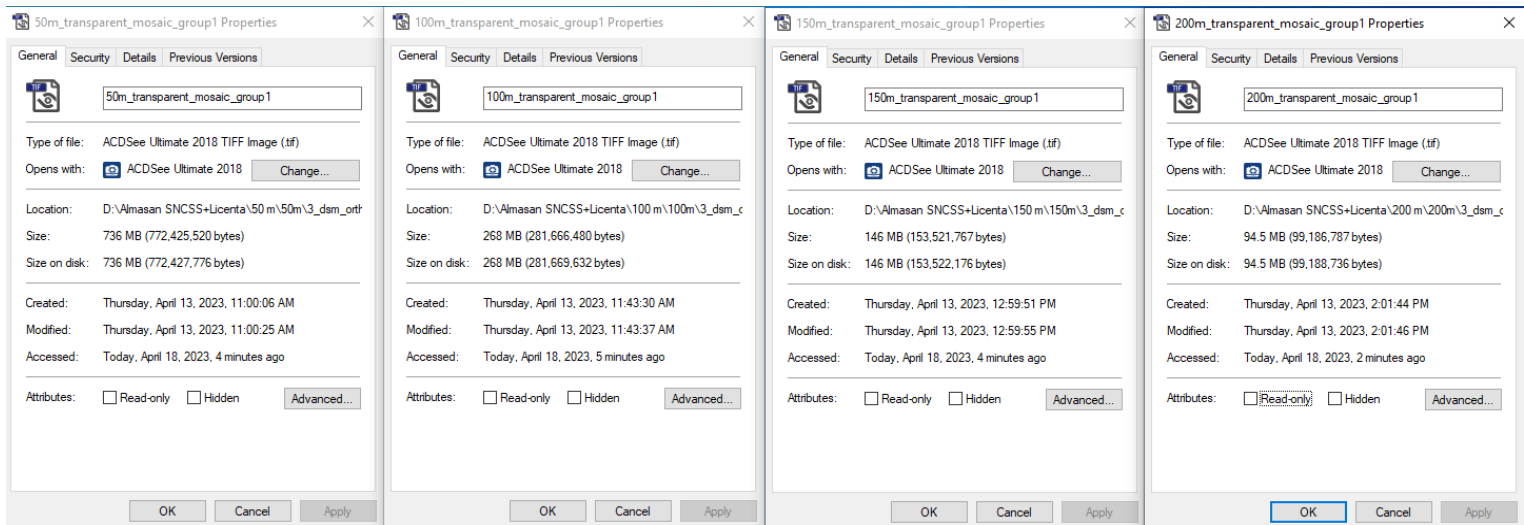


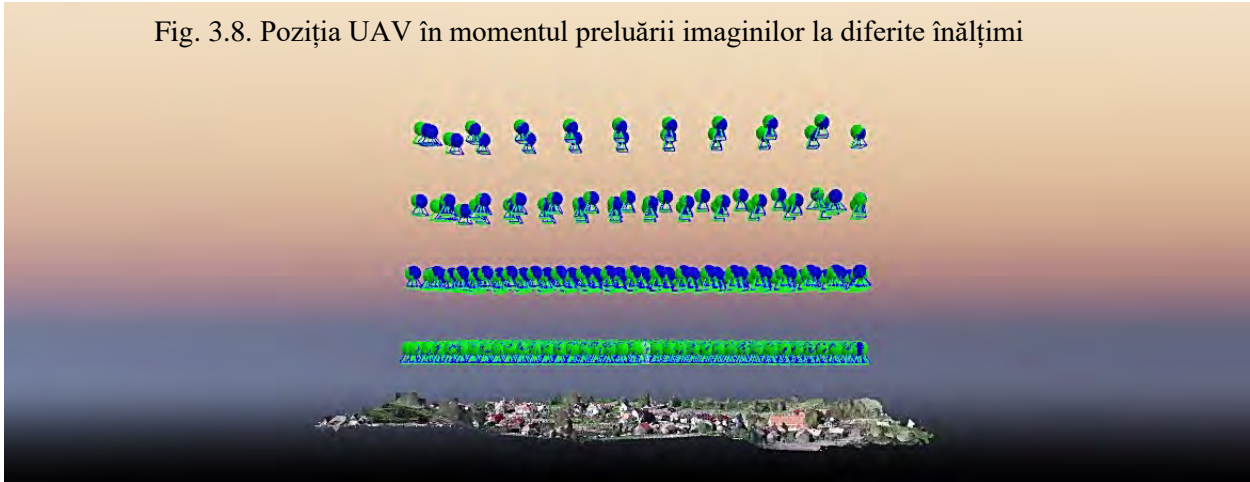
Fig. 3.6. Analiza dimensiunii ortofotoplanurilor

Alitudini	50m	100m	150m	200m
Timpul de zbor	17 minute și 40 secunde	7 minute și 18 secunde	4 minute și 11 secunde	4 minute și 37 de secunde
Numărul imaginilor	373	96	40	20
Rezoluție (pixeli)	15744 x 29111	9944 x 16507	8091 x 11404	6823 x 8662
Distanța medie de eșantionare la sol	1.18 cm/pixel	2.26 cm/pixel	3.34 cm/pixel	4.43 cm/pixel
Aria acoperită	4.67 HA	6.52 HA	7.94 HA	9.11 HA
Densitatea punctelor 3D	29 924 701	9 020 989	4 557 105	2 753 835
Precizie	1-2 cm	1-2 cm	1-2 cm	1-2 cm

Fig. 3.7. Tabel comparativ al zborurilor



Fig. 3.8. Poziția UAV în momentul preluării imaginilor la diferite înălțimi



4. Concluzii

În funcție de cerințele și obiectivul lucrării, ținând cont totodată de timpul pe care îl avem la dispoziție și de precizia de care avem nevoie se vor stabili condițiile optime de zbor. În speță, pentru realizarea unui proiect cu precizie ridicată, și care necesită mai multe detalii din teren, se recomandă efectuarea unei ridicări la o altitudine mai mică, pentru a beneficia de o precizie și rezoluție mai bună. Pe de altă parte, în cazul unui proiect cu cerințe mai scăzute, unde claritatea mai scăzută a detaliilor din teren nu reprezintă un impediment, se poate efectua o ridicare la o altitudine mai înaltă, având avantajul timpului scăzut.

Drept urmare, în baza acestui studiu, analizând toate detaliile obținute, am ajuns la concluzia că un zbor la o altitudine de 100-150m este cea mai convenabilă variantă.

5. Bibliografie

- Manual de utilizare Matrice 210 RTK
- Rădulescu Adrian – “Urmărirea comportării în timp a terenurilor și construcțiilor”, Ediția 2016, UTPRESS

Surse WEB:

1. [zenmuse p1 - Bing](#)
2. [matrice 210 rtk drone - Bing images](#)
3. [Zenmuse P1 - Full-frame Aerial Surveying - DJI](#)
4. [PeakTech 5060 Professional Vane Anemometer and IR-Thermometer with USB User Manual - Manuals+](#)



AMENAJAREA CULOARELOR DE CIRCULAȚIE DESTINATE TRANSPORTULUI PUBLIC INTRAURBAN DE SUPRAFAȚĂ

Autor

Raul-Beniamin I. AVRAM

Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Avram.Io.Raul@student.utcluj.ro

Îndrumător

Șef l. dr. ing. Andrei Florin CLITAN

Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, andrei.clitan@cfdp.utcluj.ro

REZUMAT: *Mobilitatea urbană durabilă reprezintă una dintre principalele provocări cu care se confruntă centrele urbane europene. Aceasta presupune, printre altele, restricționarea traficului motorizat în zonele aglomerate fără a limita, în același timp, circulația necesară a bunurilor și a persoanelor. În contextul lipsei acute de spațiu utilizabil pentru circulație în centrul orașelor și a diversificării tot mai mari a categoriilor de participanți la trafic, autoritățile locale se confruntă cu probleme mari în ceea ce privește crearea de sisteme eficiente și sigure de transport.*

O soluție utilizată la scară largă în Europa, dar și în unele centre urbane din România este crearea de culoare de circulație dedicate exclusiv transportului public, fie sub forma benzilor dedicate pentru autobuze, fie sub cea a liniilor de tramvai separate de partea carosabilă. Acestea din urmă au dezavantajul de a putea fi utilizate exclusiv de tramvaie, scăzând capacitatea de trafic potențială a străzii pe care sunt amplasate. O oportunitate neexploată în multe cazuri este amenajarea acestora pentru a putea fi utilizate și de autobuze, crescând capacitatea de trafic a acestor spații.

Această lucrare își propune să analizeze mai multe soluții de amenajare a coridoarelor de circulație dedicate transportului public având în vedere eficiența, fezabilitatea și beneficiile obținute. Lucrarea cuprinde și un studiu de caz asupra oportunităților de adoptare a soluției în Municipiul Cluj-Napoca.

Cuvinte cheie: mobilitate, transport public, capacitate de circulație

1. Prioritizarea transportului public de suprafață

Mobilitatea urbană indică gradul de accesibilizare a destinațiilor urbane pentru locuitorii acesteia, realizat cu ajutorul rețelei de transport și a serviciilor disponibile. Printre factorii ce influențează mobilitatea se numără specificul demografic, reglementările referitoare la utilizarea terenurilor, nivelul de deservire a serviciilor de transport public, comportamentul cetățenilor în ceea ce privește utilizarea autoturismelor, dar și aspecte ce țin de economia locală.

[1]

Existența unui sistem performant de transport public la nivelul unui oraș este cu atât mai fezabilă și mai necesară cu cât numărul de locuitori este mai mare. În contextul creșterii economice ce are loc în România și în deosebi în marile centre urbane, autoritățile locale sunt obligate să acorde o atenție deosebită nevoilor de transport ale cetățenilor și a modului în care sistemul de transport public poate satisface aceste nevoi.

1.1 Contextul de dezvoltare a soluțiilor

Cea de-a doua jumătate a secolului XX este caracterizată de o popularizare rapidă a utilizării autoturismelor personale. Numărul vehiculelor motorizate a crescut de la aproximativ 75 de milioane în anul 1950 la peste 650 de milioane în anul 1990, în jur de 80% dintre acestea fiind folosite în principal pentru transportul personal. În România, numărul autoturismelor a crescut



semnificativ începând cu anii 90'. Numai în perioada 2010-2019 rata de motorizare a avut o creștere de 67%, ajungând la 357 de autoturisme la mia de locuitori, după cum se observă în Figura 1. [2][3]

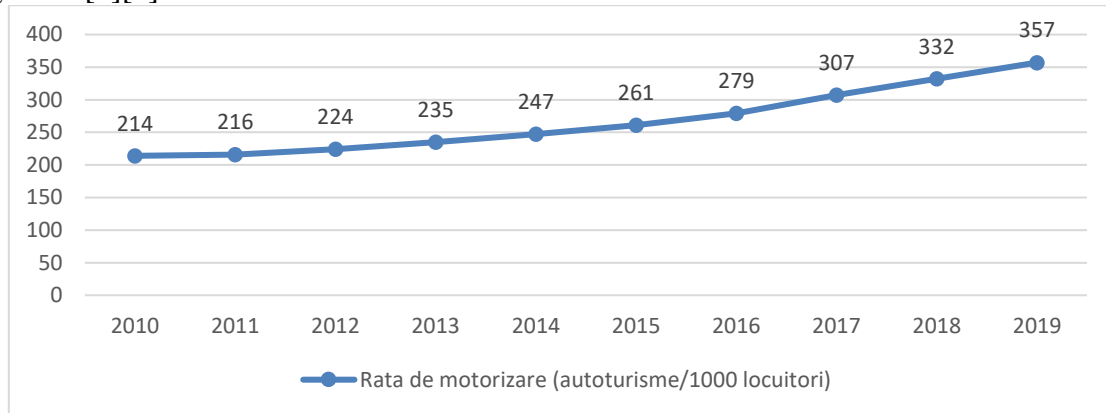


Figura 1. Rata de motorizare în România (2010-2019)

Această creștere a generat în timp numeroase probleme de natură ecologică, socială și economică: poluarea aerului cu emisii de gaze dăunătoare, fragmentarea și reducerea arealelor și a habitatelor naturale cauzate de extinderea rețelei de drumuri, scăderea calității vieții urbane din cauza zgomotului, a noxelor și a riscului de accidente, congestia traficului ce produce cheltuieli tot mai ridicate pentru societate și inhibă totodată dezvoltarea economică a centrelor urbane. [2][4]

Există numeroase moduri de rezolvare a problemelor asociate utilizării la scară largă a autoturismelor personale, fiecare reducând selectiv unele efecte negative. Totuși, cea mai eficientă soluție, care are capacitatea de a reduce toate efectele negative existente cu costuri minime este reducerea utilizării acestora, fapt ce poate fi realizat prin stimulente și campanii organizate de autoritățile locale și centrale. Însă pentru a face acest lucru e nevoie de alternative viabile, atractive și sigure de mobilitate în interiorul orașelor, care să poată concura cu confortul și independența oferite de autoturismul personal. [2]

Există numeroase soluții de diversificare a modurilor de deplasare în interiorul orașelor, însă singurul care îndeplinește exigențele locuitorilor indiferent de factorii externi este sistemul de transport public, ce asigură circulația între toate zonele orașului indiferent de condițiile atmosferice, fiind accesibil tuturor locuitorilor indiferent de vârstă, venituri și condiție fizică.

Deși în ultimii ani au fost făcute investiții majore, transportul public în multe orașe din România rămâne depășit, fiind caracterizat de infrastructură nemodernizată, vehicule vechi, puternic poluante și management inefficient. Îmbunătățirea timpilor de călătorie cu mijloacelor de transport în comun reprezintă un punct cheie ce trebuie luat în calcul de către companiile de transport public, deoarece acest aspect afectează în mod direct costul de funcționare al serviciului. Performanța în acest domeniu este importantă pentru atragerea de noi utilizatori și pentru păstrarea celor existenți, pentru atingerea obiectivelor locale și regionale în ceea ce privește crearea de comunități mai sustenabile prin diversificare opțiunilor de mobilitate pentru toate segmentele de populație, iar în final pentru eficiența modului de utilizare a străzilor, serviciile îmbunătățite de transport public având potențialul de a crește capacitatea unei străzi fără a necesita extinderi costisitoare. [4][5]

Timpii de călătorie depind de numeroși factori (starea vehiculelor, starea tehnică a străzilor, frecvența stațiilor etc.) însă cel mai mare impact îl are traficul. Acesta este caracterizat de fluctuații intense pe parcursul zilei, cauzând impredictibilitate. Principala soluție pentru rezolvarea acestui aspect este amenajarea de culoare de circulație dedicate transportului public.



1.2 Soluții existente de prioritizare a circulației transportului public

În România culoarele de circulație dedicate transportului public sunt materializate fie prin benzi de circulație dedicate autobuzelor (Cluj-Napoca, Brașov, Sibiu), fie prin linii de tramvai cu platformă proprie, separată de partea carosabilă (Arad, Oradea, București, Iași etc.).



Figura 2. Benzi dedicate în Cluj-Napoca



Figura 3. Bandă dedicată în Brașov

Benzile de circulație dedicate autobuzelor (Figura 2 și Figura 3) au avantajul de a fi ușor de implementat, structura rutieră fiind asemănătoare cu cea a traficului general. Totuși, autobuzele fac parte din categoria vehiculelor grele, circulația acestora având un impact major asupra structurii rutiere, lucru ce poate duce în timp la degradări majore ale acesteia. Un alt avantaj al acestora este faptul că pot fi folosite și de alte categorii de vehicule (taxiuri, autospeciale, biciclete etc.), potrivit cu politicile locale de circulație. Succesul implementării acestei soluții depinde de mai mulți factori, inclusiv posibilitatea de a evita întârzierile cauzate de vehiculele care virează, opririle și parcarile ilegale și nivelul congestiei ce exista anterior investiției pe sectorul de stradă respectiv. [5]

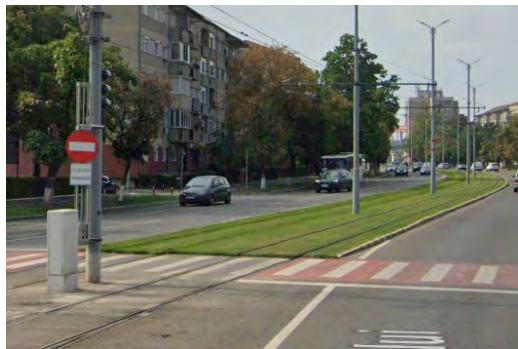


Figura 4. Linii de tramvai în Oradea



Figura 5. Linii de tramvai în Arad

Platformele proprii de tramvai (Figura 4 și Figura 5) au avantajul de a fi ușor de întreținut, fiind realizate din materiale durabile și nefiind uzate de alte categorii de vehicule. De asemenea, acestea pot fi înnierbate, aducând și un beneficiu estetic. Principalul dezavantaj al acestora este dificultatea de gestionare a defecțiunilor. În cazul în care se întâmplă astfel de incidente, întreaga circulație este blocată până la soluționare. exclusivitatea de utilizare. Fiind construite special pentru tramvaie, niciun alt vehicul nu va putea să utilizeze acest spațiu.

La nivel global, în metropole, traficul intens a condus administrațiile spre găsirea unor soluții mult mai complexe și mai eficiente. Un astfel de exemplu este sistemul BRT (Bus Rapid



Trasit) care, față de o simplă bandă de circulație dedicată autobuzelor, are o separație mai bună față de traficul general și este dotat cu sisteme de semaforizare tip undă-verde. Stațiile sunt mult mai complexe, oferind utilizatorilor îmbarcare la nivelul podelei vehiculelor și permițând în unele cazuri autobuzelor expres să depășească vehiculele oprite (Figura 6). Această soluție are avantajul de a fi mult mai ușor de implementat față de un sistem de metrou, însă necesită spațiu la suprafață, pretându-se mai mult în cazul autostrăzilor urbane și a transportului metropolitan, unde lipsa spațiului nu este atât de problematică. [6]



Figura 6. Stație BRT în Bogota, Columbia



Figura 7. Linie BRT în Adelaide, Australia

În America de Sud este obișnuit ca acest sistem să fie implementat în spațiul străzilor și autostrăzilor, dar acest lucru este posibil și în afara acestuia. Un astfel de exemplu se regăsește în Adelaide, Australia, unde s-a optat pentru un sistem cu autobuze ghidate (Figura 7), ce permite operarea autobuzelor cu viteze de până la 100 km/h. O variantă de amenajare este prin înierbarea zonei mediane a benzii de circulație, aferentă spațiului dintre roțile autobuzelor, metodă utilizată în cazul sistemelor din Cambridgeshire și Luton, ambele localizate în Anglia (Figura 8) și în Essen, Germania. Tot în Essen se mai regăsește un alt caz particular: un sector utilizat în comun atât de tramvaie, cât și de autobuze (Figura 9). Totuși acest sector are o dimensiune redusă, de numai 100 de metri, această abordare rămânând una rar întâlnită. [7]



Figura 8. Linie BRT în Luton, Anglia



Figura 9. Benzi dedicate transportului public în Essen, Germania



2. Implementarea soluțiilor

2.1. Necesitatea implementării

Atât sistemele de transport cu tramvaie, cât și cele cu autobuze rămân alternative utile de transport în orașele din România, fiecare având o serie de avantaje și dezavantaje. În orice caz, în lipsa culoarelor de circulație dedicate, orice mijloc de transport în comun rămâne blocat în trafic, afectând atractivitatea sistemului în rândul cetățenilor și ridicând costurile de operare. Deși în unele cazuri tramvaiele beneficiază de platformă proprie, aceasta nu este utilizată la capacitate maximă, frecvențele de circulație fiind mari. Oportunitatea ce astfel apare este utilizarea acestor culoare de circulație și de către liniile de transport cu autobuze. Astfel se poate obține o valorificare mai bună a spațiului public. În plus, înierbarea spațiilor dintre șine aduce un aspect estetic plăcut.

Capacitatea de circulație a unei benzi dedicate e dată de capacitatea intersecțiilor și stațiilor de îmbarcare și debarcare a pasagerilor, acestea două fiind mai restrictive decât capacitatea propriu-zisă a unei benzi de circulație. Deoarece capacitatea de circulație a intersecțiilor depinde de foarte multe variabile (tipul intersecției, direcții și fluxuri de circulație, numărul benzilor de circulație, intensitatea traficului pietonal etc.) va fi analizată doar capacitatea stațiilor pentru îmbarcarea și debarcarea pasagerilor. Se va lua în considerare o stație standard în care timpul de staționare al vehiculelor este de 30 de secunde, timp ce include încetinirea și accelerarea vehiculelor. Astfel se obține o capacitate de circulație teoretică a unei benzi de circulație dedicate transportului public de 120 de vehicule pe oră.

Conform STAS 10144/5-89 capacitatea maximă de circulație pentru o bandă carosabilă se poate calcula atât pentru un flux continuu, cât și pentru unul discontinuu, cauzat de existența intersecțiilor. Pentru simplitatea calculului și a efectuării comparației, se va considera capacitatea de trafic pentru un flux continuu, care este calculată după ecuația (1):

$$N^c = \frac{1000 \times v}{i_{\min}} = \frac{1000 \cdot v}{\frac{v^2}{26 \cdot g \cdot f} + \frac{v \cdot t}{3,6} + S} \quad [\text{număr vehicule/h}] \quad (1)$$

unde:

v = viteza de circulație în m/s;

i_{\min} = interspațiul minim de succesiune, corespunzător distanței necesare opririi vehiculului în palier;

g = accelerația gravitațională, egală cu 9,81 m/s²;

f = coeficient de frecare la frânare;

t = timpul de percepție-reacție, în secunde;

S = spațiul de siguranță, în metri.

Conform standardului, capacitatea de circulație pentru o bandă carosabilă când fluxul este continuu, pentru o viteză $v = 50$ km/h este de $N_c = 950 Vt/h$ (vehicule etalon pe oră). Considerând o capacitate maximă de utilizare a autoturismelor de 4 pasageri pe autoturism, se obține o capacitate maximă de transport de 3800 de pasageri pe oră. [8]

Pentru a putea fi implementată soluția este necesar ca sectorul de rețea analizat să îndeplinească câteva condiții. În primul rând, este necesar ca traficul generat de vehiculele de transport public să fie suficient de intens pentru a fi rentabilă crearea coridorului dedicat. În al doilea rând, trebuie să existe rute alternative pe care traficul general să poată fi redirecționat (centuri ocolitoare, străzi secundare ce permit creșterea capacității), cu excepția cazului în care



profilul transversal al străzii permite desfășurarea acestuia în condiții suficient de bune și după reamenajare.

Printre orașele din România unde acest tip de soluție poate fi analizat spre implementare se numără Arad, București, Cluj-Napoca, Craiova, Galați, Iași, Oradea, Ploiești, Reșița și Timișoara.

2.2. Aspecte ce trebuie luate în considerare

O problemă particulară ce intervine în cazul proiectării căilor de circulație dedicate mijloacelor de transport în comun este adaptarea elementelor amenajate la gabaritele vehiculelor. De regulă, în cazul orașelor în care transportul public este utilizat de un număr semnificativ de persoane, vor exista în circulație vehicule cu gabarite excepționale, care prezintă dificultăți în viraje. Astfel, în proiectarea amenajărilor dedicate transportului public este necesară acordarea unei atenții suplimentare asupra proiectării curbilor și a altor puncte sensibile.

Alte aspecte ce trebuie urmărite în proiectare sunt: accesibilitatea vehiculelor de intervenții tehnice și a autospecialelor, prevederea unor locuri de părăsire a benzii dedicate la intersecții, întreținerea și scurgerea apelor. De asemenea, stațiile trebuie să poată permite staționarea simultană a vehiculelor pe ambele sensuri, astfel că va fi necesară amplasarea liniilor de tramvai se la distanțe mai mari una de cealaltă.

3. Studiu de caz – Rețeaua de transport din Cluj-Napoca

Cluj-Napoca este Municipiul Reședință al județului Cluj, fiind așezat în nord-vestul României, pe valea Someșului Mic. Are o populație de 308000 de locuitori.

Serviciul de transport public de persoane din Municipiul Cluj-Napoca și din zona metropolitană aferentă este administrată de Compania de Transport Public Cluj Napoca SA, care e subordonată Primăriei Municipiului Cluj-Napoca. Principalele mijloace de transport utilizate în cadrul serviciului sunt tramvaiele, troleibuzele și autobuzele. [9]

3.1. Situația actuală a rețelei de transport

În prezent, în municipiul Cluj-Napoca circulă 4 linii de tramvai: 100, 101, 102 și 102L, toate circulând pe un singur traseu (Mănăștur, Plopilor, Centru, Gară, Iris, B-dul Muncii) pe diferite sectoare și lungimi. Pe cea mai mare parte a traseului tramvaiele circulă pe carosabil, împreună cu traficul general. Singurele sectoare unde tramvaiul circulă pe tronsoane dedicate este pe Splaiul Independenței, între intersecția cu Strada George Coșbuc și intersecția cu Strada Arany János, însă stațiile nu au fost proiectate pentru acest scop. Prin urmare, autobuzele având lățimi mai mari decât tramvaiele, nu se pot încadra corespunzător. Soluția temporară este pătrunderea alternativă a vehiculelor în spațiul stației.

Rețeaua deservește un număr total de 40 de stații dintre care 17 cu refugiu. Acest lucru cauzează probleme de siguranță (utilizatorii sunt nevoiți să circule pe carosabil), de trafic (oprirea întregului flux de circulație auto odată cu oprirea tramvaiului în stație) și de accesibilitate (pentru persoanele cu dizabilități și cu mobilitate redusă). [9]

3.2. Situația actuală a rețelei de transport

Splaiul Independenței este o stradă din zona centrală a municipiului, amplasată pe malul drept al Someșului Mic, având lungimea de 1900 de metri. Sectorul cuprins între intersecția cu Strada George Coșbuc și intersecția cu străzile George Barițiu, Emil Isac și Cardinal Iuliu Hossu are lungimea de 850 de metri, fiind amenajat cu două benzi de circulație pe sensul spre Cartierul



Mănăștur și o bandă de circulație dedicată transportului public pe sensul de circulație spre Centru (Figura 10). Amplasarea acestui sector între Canalul Someșului Mic și Parcul Central „Simion Bărnuțiu” determină prezența unui număr mic de puncte de conflict: Cele două intersecții anterior menționate, situate la capetele sectorului, intersecția cu Podul Napoca, intersecția cu Strada Arany János, trecerea de pietoni din dreptul Podului Elisabeta și trecerea de pietoni din dreptul Operei Maghiare.



Figura 10. Sectorul analizat

Pentru realizarea analizei au fost luate în considerare vehiculele cu capacitate maximă aflate în prezent în uz: tramvaiele Astra Imperio cu o capacitate de 300 de pasageri din care 36 pe scaune, troleibuze Astra Town cu o capacitate de 158 de călători din care 42 pe scaune și autobuze Solaris Urbio cu o capacitate de 149 de locuri din care 49 pe scaune. [10]

Pentru a analiza frecvența cu care circulă tramvaiele au fost analizate capetele de linii Bucium și Disp Tram CUG, unde este cunoscut orarul tuturor plecărilor. Astfel, frecvența minimă a plecărilor (obținută ca intervalul de timp dintre două plecări consecutive) atât din capătul Bucium cât și din Disp Tram CUG este de 4 minute, însă, pentru a obține un rezultat mai relevant a fost calculată frecvența adaptată ca medie a 5 frecvențe consecutive, obținându-se astfel frecvențele minime adaptate de 04'24" din Bucium și de 04'48" din Disp Tram CUG. Prin urmare, în cea mai aglomerată parte a zilei linia de tramvai deservește cel mult 13,64 tramvaie pe oră, rezultând un număr de 4091 de pasageri pe oră.

Datorită faptului că stația Parcul Central deservește și autobuze de pe liniile urbane 26, 26L, 28B, 41 și 44, și linia metropolitană M26, analog calculului pentru linia de tramvai se va calcula capacitatea de transport totală, obținută prin suprapunerea orarelor liniilor de tramvai și de autobuz. În final se obține o frecvență minimă adaptată de 01'00" și o capacitate de transport de 8679 de pasageri pe oră, care este de 2,28 ori mai mare decât capacitatea maximă de circulație corespunzătoare aceleiași benzi de circulație, dar pe care circulă autoturisme.

4. Concluzii

Problemele cauzate de utilizarea intensă a automobilelor personale în centrele urbane au condus la dezvoltarea de tendințe și inovații în domeniul mobilității urbane. În ultimele decenii societatea a fost împinsă spre găsirea de noi soluții pentru sistemele de transport public. La nivel mondial au fost găsite noi moduri de transport eficiente, cum sunt sistemele BRT, benzile de circulație dedicate transportului public și liniile de tramvai cu platformă proprie. Toate aceste soluții au fost implementate în modalități variate, aducând numeroase beneficii, dar prezentând și anumite dezavantaje.



Municipiul Cluj-Napoca dispune de o rețea de transport în comun ce cuprinde diferite tipuri de vehicule: tramvaie, troleibuze, autobuze. În ceea ce privește rețeaua de linii de tramvai există numeroase aspecte negative ce pot fi amintite, dar și exemple pozitive. Amenajarea unui culoar de circulație dedicat transportului public pe Splaiul Independenței a condus la dublarea capacității de circulație pe acest sector, în viitor fiind posibilă creșterea acestei capacități.

În materie de aspecte ce trebuie avute din vedere în proiectarea unor astfel de coridoare de circulație se pot aminti: atenția sporită asupra modului de amenajare a curbilor, proiectarea stațiilor pentru a permite staționarea simultană a oricărui două vehicule de transport, integrarea spațiilor verzi dacă specificul zonei permite acest lucru.

BIBLIOGRAFIE

1. Curtea de conturi europeană, *Raportul special 06/2020: Mobilitatea urbană*
2. Steg L., *Can Public Transport Compete With The Private Car?*, IATSS Research, Volume 27, Issue 2, 2003, Pages 27-35
3. Carlier M., *Romania: number of cars per thousand inhabitants 1990-2019*, Statista.com, 2022
4. European Parliament, *Research For Tran Committee - Transport And Tourism In Romania*, 2016
5. Ryus P., Laustsen K., Blume K., Beard S., and Langdon S.; Transit Cooperative Research Program; Transportation Research Board; National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, *A Guidebook on Transit-Supportive Roadway Strategies*, 2016
6. National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, Transportation Research Board, Transit Cooperative Research Program, Blume K., Cardenas J., Sener I. N., Anderson P., *Bus Rapid Transit: Current State of Practice*, 2022
7. O-Bahn Busway, en.wikipedia.org
8. STAS 10144/5-89: *Calculul capacității de circulație a străzilor*
9. Compania de Transport Public Cluj Napoca SA, ctpcj.ro
10. Astra Vagoane Călători, avcactive.com
11. Sursa imaginilor: Google Maps Street View, google.com/maps



REALIZAREA UNUI SISTEM INFORMATIC ÎN CADASTRU PE BAZA MĂSURĂTORILOR REALIZATE CU AJUTORUL TEHNOLOGIEI UAV

Autori:

Astrid-Andreea T. BACHMAN¹, Maria-Mirabela P. REBRIȘOREAN², Cristina G. TODEA³

¹Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, astridbachman77@gmail.com ²Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, maria.rebrisorean@yahoo.com ³Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, cristinatodea11@yahoo.com

Indrumator:

Conf. Dr. Ing. Mircea V. BONDREA⁴

⁴Facultatea de Construcții, Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, Mircea.BONDREA@mtc.utcluj.ro

REZUMAT

Prezenta lucrare, mai exact realizarea unui sistem informatic pe baza măsurătorilor face obiectul cadastrului urban și a unei baze de date, ca rezultat al măsurătorilor din teren efectuate cu ajutorul tehnologiei UAV și a tehnologiei GNSS.

Astfel, am ales o zonă de studiu și ne-am dorit să îmbinăm lucrul cu tehnologia UAV împreună cu realizarea unui sistem informatic cadastral prezentat sub forma unei baze de date, pentru a minimiza timpul de execuție al lucrării și pentru a digitaliza zona studiată, cu scopul accesibilității asupra oricăror informații cu privire atât la imobile, cât și la construcții. În acest sens, vor fi redată informații în mod automat în urma prelucrării, în format grafic sau sub formă de documente, cu avantajul că orice modificare adusă unui imobil sau unei construcții, din punct de vedere cantitativ, calitativ sau juridic, poate fi modificată ușor în baza de date din care face parte.

Cuvinte cheie: sistem informatic cadastral, tehnologie UAV, tehnologie GNSS, bază de date, hărți tematice.

INTRODUCERE

Prezenta lucrare face obiectul cadastrului sistematic și a unei baze de date, ca rezultat al măsurătorilor din teren efectuate cu ajutorul tehnologiei UAV și a tehnologiei GNSS.

Astfel, am ales o zonă din satul Pata, comuna Apahida, județul Cluj unde cu ajutorul tehnologiei UAV și a soft-ului Autodesk am realizat un sistem informatic cadastral compus din bază de date grafică și bază de date de tip atribut. Pentru a reduce timpul de lucru, pentru a putea digitaliza zona de interes și pentru a avea acces asupra oricăror informații cu privire atât la imobile, cât și la construcții, am folosit un ortofotoplan generat prin prelucrarea imaginilor din dronă. Cu ajutorul acestui SIC, vor fi prezentate și redată informații în mod automat, în format grafic sau sub formă de documente, având ca avantaj modificarea și completarea datelor de tip atribut ale fiecărui imobil sau construcție în baza de date din care face parte.

Date referitoare la localizarea parcelei măsurate

Satul Pata aparține comunei Apahida, fiind situat în nord-vestul județului Cluj la altitudinea de 377 m deasupra nivelului mării, având coordonatele geografice 46°43'37" latitudine nordică și 23°44'49" longitudine estică. [1]

STUDIU DE CAZ

Prezenta lucrare cuprinde date referitoare la lucrările topo-geodezice efectuate cu ajutorul tehnologiei UAV și a tehnologiei GNSS în vederea realizării unui sistem informatic cadastral prezentat sub forma unei baze de date. Astfel, am executat măsurători cu ajutorul tehnologiei GNSS, cu instrumentul Hi Target V30 și un zbor cu instrumentul UAV MAVIC 2 ENTERPRISE. Folosirea acestor instrumente ne-a ajutat să reducem timpul alocat măsurătorilor, totodată având la dispoziție toate informațiile necesare referitoare la imobilele și construcțiile aferente pentru a întocmi baza de date de tip atribut.

Descrierea instrumentelor utilizate

În contextul realizării acestei lucrări am utilizat următoarea aparatură: instrumentul GNSS Hi-Target V30 și instrumentul UAV MAVIC 2

ENTERPRISE. GNSS Hi-Target V30



Fig. 1 GPS GNSS Hi-Target V30 și controlerul iHand 30

Sistemul V30 GNSS RTK adoptă un design de motorizare, astfel încât să permită utilizatorilor să se schimbe în diferite module de transmisie diferențială conform diverselor cerințe.

Receptorul GNSS Hi-Target V30 poate să primească informații de la sateliții constelației GPS, BeiDou, GLONASS, Galileo, SBAS, QZSS. Din constelația GPS, poate recepționeze semnale pe lungimile de undă L1, L2 și L5.

Preciziile obținute prin metoda RTK, sunt de 8 mm+ 0.5 ppm pe orizontală, respectiv 15 mm+0.5 ppm pe verticală, un timp de inițializare sub 10 secunde și o precizie la inițializare peste 99.99%. [2]

Drona MAVIC 2 ENTERPRISE

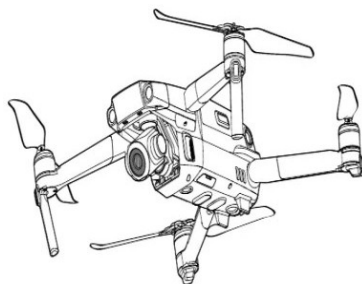


Fig. 2 Drona UAV MAVIC 2 ENTERPRISE

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. [3]

Pregătirea efectuării zborului cu instrumentul UAV

În vederea efectuării zborului cu UAV a fost necesară o vizualizare cât mai bună a terenului, motiv pentru care, am folosit aplicația Drone Deploy. Această aplicație poate fi accesată atât de pe laptop, cât și de pe telefon în zona de studiu. Odată cu utilizarea aplicației și cu observarea amplă a terenului s-au efectuat setările parametrilor de zbor, drona fiind setată să preia imagini 3D de la o altitudine de 59m.

Pentru a se putea realiza ulterior o prelucrare corectă a informațiilor rezultate în urma zborului cu drona am marcat în teren reperi de control la sol cu ajutorul sistemului GNSS. Cu ajutorul acestor reperi s-a realizat transcalculul coordonatelor imaginilor din zona de studiu în așa fel încât acestea să fie în Sistemul de Coordonate Stereografic 1970 din punct de vedere planimetric și în Sistemul de cote Marea Neagră 1975 din punct de vedere altimetric.



Fig. 3 Reperi de control la sol

Soft-ul utilizat la prelucrarea fotografiilor preluate de instrumentul UAV

Soft-ul utilizat pentru a prelucra datele obținute în urma zborului realizat este Agisoft. În următoarele imagini sunt prezentați pașii pe care i-am realizat în prelucrarea imaginilor preluate de dronă:

- Pasul 1. Încărcarea fotografiilor în program
- Pasul 2. Alinierea fotografiilor
- Pasul 3. Crearea mesh-ului
- Pasul 4. Crearea texturii
- Pasul 5. Crearea modelului tiled, DEM-ului și a orthomosaic-ului

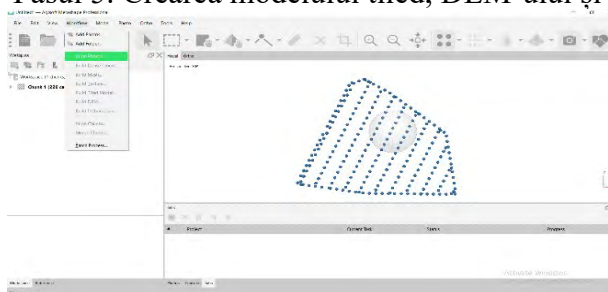


Fig. 4 Încărcarea fotografiilor în program

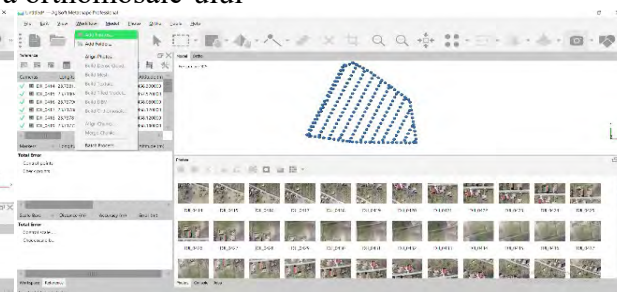


Fig. 5 Alinierea fotografiilor



Fig. 6 Crearea Mesh-ului

Fig. 7 Crearea texturii

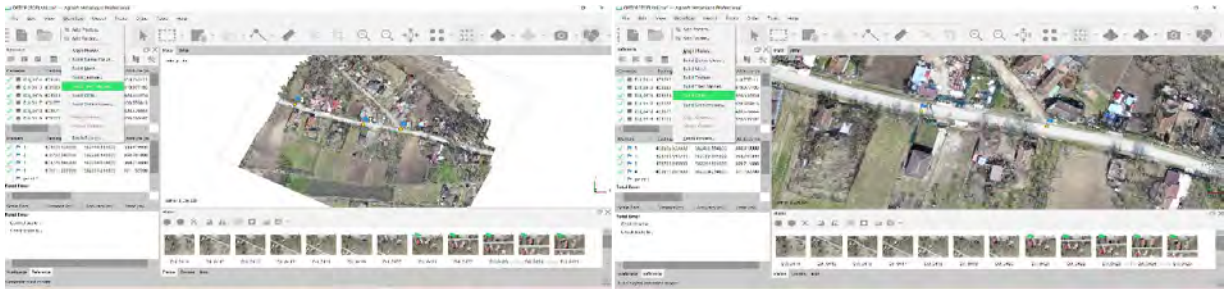


Fig. 8 Crearea modelului tiled

Fig. 9 Crearea DEM-ului

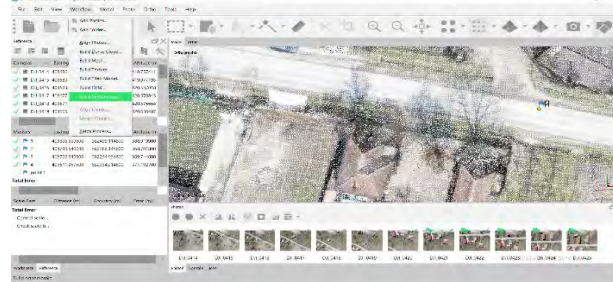


Fig. 10 Crearea orthomosaic-ului

După prelucrarea imaginilor obținute în urma zborului cu instrumentul UAV am obținut ortofotoplanul pe coordonate al zonei de studiu. Acest ortofotoplan l-am importat în AutoCAD Map 3D unde am urmat o succesiune de pași necesari prelucrării datelor și întocmirii sistemului informatic cadastral.

Cu ajutorul extensiei TopoLT am raportat coordonatele punctelor de control măsurate cu instrumentul GNSS în teren, rezultând faptul că prelucrarea datelor a fost făcută corect și punctele se suprapun perfect peste imagini.



Fig. 11 Verificarea coordonatelor punctelor de control



Structura bazei de date

Realizarea bazei de date este partea cea mai complexă și cea care consumă cel mai mult timp din cadrul procesului de „construire” a unui sistem informatic cadastral, deoarece integralitatea și acuratețea datelor ei determină calitatea analizelor și ale produselor finale ale sistemului.[4]

În principal baza de date a unui SIC conține două categorii principale de fișiere. Fișierele care conțin date spațiale (cartografice) și fișiere care conțin atributele (caracteristicile datelor spațiale și informațiile spațiale suplimentare privind tematica sistemului).[4]

Datele de tip grafic utilizate în proiect au fost introduse prin vectorizarea elementelor grafice conținute în ortofotoplan. Proprietățile fiecărui element au fost introduse în AutoCAD Map 3D cu ajutorul funcției *Layer*, pentru fiecare tip de element fiind creat un strat de hartă individual care poate fi ulterior identificat, modificat, ascuns sau șters.

Tabel nr.1 Date grafice (spațiale)

Nr. crt.	Denumire strat	Tip entitate	Culoare	Elemente spațiale conținute
1.	Străzi	Polilinie	Gri	Străzi
2.	Trotuare	Polilinie	Galben	Alei, trotuare
3.	Construcții	Polilinie	Roșu	Case și blocuri
4.	Nr_poștal	Block	Cyan	Număr poștal imobil
5.	Nr_cad	Text	Roșu	Număr cadastral
6.	Cod_constr	Text	Albastru	Cod construcție
7.	Imobile	Polilinie	Verde	Imobile
8.	Parcele	Polilinie	Verde închis	Parcele
9.	Cat_fol	Text	Magenta	Categoria de folosință
10.	Ape	Polilinie	Albastru	Ape
11.	Poduri	Polilinie	Gri	Poduri
12.	Cai_ferate	Polilinie	Negru	Cai ferate
13.	Raster	-	Negru	Harta scanata
14.	Centr_imobil	Punct	Negru	Centroid imobile
15.	Centr_const	Punct	Negru	Centroid construcții
16.	Elemente		Cyan	Alte elemente grafice care nu se pot încadra în niciun strat specificat

Datele de tip atribut sunt necesare pentru a descrie caracteristicile entităților spațiale. Datele de tip atribut ce descriu aceste entități trebuie să fie legate de datele spațiale.

Tabel nr.2 Date de tip atribut pentru imobile

Nr. crt.	Denumire câmp	Tip	Descriere
1.	Numele	Character	Numele proprietarului
2.	Prenumele	Character	Prenumele proprietarului
3.	Strada	Character	Strada pe care se află imobilul
4.	Nr_postal	Character	Numărul la care se află imobilul
5.	Nr_cad	Integer	Număr cadastral



6.	SIRUTA	Integer	Cod SIRUTA
7.	Zona_val	Character	Zona valorică: A, B, C, D
8.	Cat_fol_prin	Character	Categoria de folosință predominantă
9.	Cat_fol	Character	Alte categorii de folosință cuprinse în imobil
10.	Val_imp_imob	Real	Valoarea de impozitare a imobilului
11.	Tip_prop	Character	Tip de proprietate
12.	Dest_imob	Character	Destinația terenului
13.	Cod_identificare	Integer	În acest câmp se va introduce valoarea 1 pentru imobilele situate în extravilan și 2 pentru cele din intravilan
14.	Cod_constr	Character	Codul construcției
15.	Mențiuni	Character	Mențiuni

Tabel nr.3 Date de tip atribut pentru construcții

Nr. crt.	Denumire câmp	Tip	Descriere
1.	Numele	Character	Numele proprietarului
2.	Prenumele	Character	Prenumele proprietarului
3.	Strada	Character	Strada pe care se află imobilul
4.	Nr_postal	Character	Numărul la care se află imobilul
5.	Domiciliul	Character	Adresa unde își are domiciliul proprietarul
6.	Dest_con	Character	Destinația construcțiilor
7.	Nr_nivele	Integer	Număr de nivele
8.	Fundație	Character	Fundație
9.	Pereți	Character	Materialul din care sunt construiți pereții construcției
10.	Acoperiș	Character	Materialul din care este confecționat acoperișul construcției
11.	Edilitare	Character	Dotări edilitare: T, G, E, A, C
12.	An_constr	Integer	Anul construcției
13.	Stare	Character	Starea construcției: FB, B, S, N
14.	Val_imp_con	Real	Valoarea de impozitare a construcției
15.	Mențiuni	Character	Mențiuni

Odată create tabelele, având atributele corespunzătoare fiecărui câmp, acestea au fost atașate centrozilor corespunzători layer-ului cărui i se atribuie datele din tabel.

Introducerea datelor

Vectorizarea pentru straturile cu entități de tip polilinie s-a realizat cu ajutorul funcției *Polyline* și prin desenarea conturului entității după cum este reprezentat pe ortofotoplan

Popularea straturilor de tip text se face cu ajutorul funcției *Text* și introducerea, de la tastatură, a informației.

Crearea topologiei

Topologia reprezintă relațiile care există între entități sau grupuri de entități (noduri, rețea și poligoane) și definește modul în care elementele de tip punct, linie sau poligon sunt conectate dar și modul în care se ține cont de adiacența lor.

Topologia se realizează pentru imobile și construcții. După realizarea topologiei în centrul fiecărui element a fost creat câte un centroid care conține date privitoare la elementul respectiv și de care pot fi atașate tabelele de tip atribut. Astfel cu un click asupra unui centroid se



deschide automat în tabelul PROPERTIES o secțiune care conține informații referitoare la imobil sau construcție, fiecare coloană fiind completată, manual, de la tastatură.

Informațiile referitoare la imobile sau construcții sunt fictive în prezenta lucrare, fiind introduse pe baza ortofotoplanului și a imaginii 3D a terenului, însă, pentru un proiect real, se pot crea tabele care să ofere proprietarilor posibilitatea de a le completa, cu scopul de a fi, ulterior, introduse în baza de date.

Realizarea hărților tematice

Am realizat hărți tematice pe baza a cinci criterii:

- Valoarea de impozitare a imobilelor
- Starea construcțiilor
- Edificarea construcțiilor
- Fundația construcțiilor
- Pereții construcțiilor

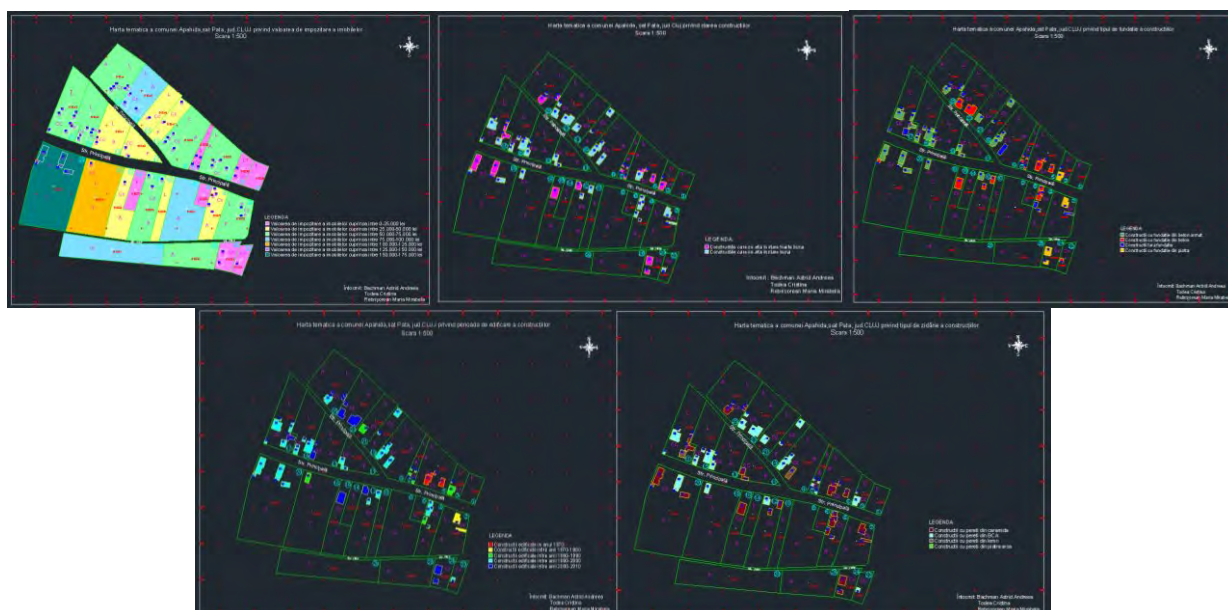


Fig. 12 Harti tematice privind valoarea de impozitare a imobilelor, starea construcțiilor, tipul de fundație, edificarea construcțiilor și zidăria din care sunt construite pereții

CONCLUZII

Prezenta lucrare a avut ca scop realizarea unui sistem informatic cadastral, SIC, în cadrul căruia să poată fi accesate date despre orice imobile sau construcții, prin simpla interogare a unui identificator, de exemplu: număr poștal, număr cadastral, etc. Astfel, programul afișează date cu privire la respectiva interogare atât textual, cât și grafic. Printre avantajele realizării unui sistem informatic cadastral se află și posibilitatea de a modifica și completa informațiile din baza de date.

Ca utilizare practică un astfel de sistem poate fi folosit în cadrul primăriilor ca urmare a introducerii cadastrului sistematic. Primăriile pot folosi un astfel de sistem informatic pentru evidența tehnică, economică și juridică a imobilelor din unitatea administrativă aferentă.



BIBLIOGRAFIE

- [1] https://ro.wikipedia.org/wiki/Pata,_Cluj
- [2] Manual Geomax Zenith 10;
- [3] <https://manuals.plus/ro/dji/mavic-2-enterprise-with-smart-controller-drone-manual#axzz7S2WcIjQU>;
- [4] Mircea Bondrea, *Geodezie spațială și sisteme de poziționare globală-Elemente de curs*, Editura UT Press