



UNIVERSITATEA TEHNICĂ "GHEORGHE ASACHI" DIN IAȘI
Facultatea de Construcții și Instalații
Școala Doctorală

Al IX-lea simpozion național
Creații universitare

Cercetări științifice interdisciplinare în Inginerie Civilă
2016



UNIVERSITATEA TEHNICĂ “GHEORGHE ASACHI” DIN IAȘI
Facultatea de Construcții și Instalații
Școala Doctorală

CREAȚII UNIVERSITARE 2016

**Tendențe actuale în inginerie civilă
și instalații în construcții**



Editura Societății Academice „Matei - Teiu Botez”
Iași 2016

Al IX-lea Simpozion Național „Creații universitare”, Iași, 2016

Editori coordonatori:

ing. Maria Nicoleta Peșehonov

dr.ing. Silviu Ioan Poenaru

Publicație științifică

ISSN 2247-4161, ISSN-L 2247-4161

Director, prof. univ.dr.ing. Constantin Ionescu

Redactor șef, șef lucrări dr. ing. Daniel Covatariu

ORGANIZATORI

UNIVERSITATEA TEHNICĂ "GHEORGHE ASACHI" DIN IAȘI
Facultatea de Construcții și Instalații -Școala Doctorală
Societatea Academică "Matei Teiu Botez"

Comitet de coordonare

Prof.univ. dr. ing. Constantin Ionescu
Prof. univ.dr. ing. Mihai Budescu

Comisia științifică

Prof. univ. dr. ing. Nicolae Țăranu
Prof. univ. dr. ing. Doina Ștefan
Prof. univ.dr.ing.Liviu Groll
Prof. univ.dr.ing.Vasile Mușat
Prof. univ.dr.ing. Șerbanoiu Ion

Comisia organizatorică

Ing. Maria - Nicoleta Peșehonov
Dr.ing. Silviu Ioan Poenaru

“Creații universitare 2016”, Simpozion Național
Iași, România, 3 iunie 2016

C U P R I N S

1. Îmbunătățirea pământurilor în adâncime prin tehnologia de malaxare umedă - Programul de verificare a calității pe parcursul procesului de execuție – Bitir (Buliga) Andreea Cristina	1 - 9
2. Sănătatea și securitatea muncii în construcții – Butnaru Bogdan Iulian	10 – 18
3. Locuințe sociale modulare - sustenabile, limite și oportunități în contextul socio-economic contemporan – Cădere Costin-Andrei	19 - 25
4. Zone afectate de alunecări de teren în Municipiul Iași – Chirica Mihai	26 - 35
5. Strategia Europa 2020 și stadiul implementării în România – Chirilă Bogdan	36 - 45
6. Clădiri de patrimoniu. Importanța studierii fenomenelor higrrotehnice la nivelul infrastructurii – Clim (Clim-Pegescu) Diana-Andreea	46 - 55
7. Sisteme vitrate cu sticle speciale (passive/active) pentru valorificare energiei solare. Studiu comportament dinamic – Cotorobai Ioan-Cristian	56 - 65
8. Betonul ecologic – o alternativă viabilă pentru protejarea mediului înconjurător – Helepciuc (Grădinaru) Cătălina-Mihaela	66 - 71
9. Aspecte privind evaluarea lichefiabilității pământurilor – Luca Ionel Bogdan	72 - 84
10. Implementarea conceptului de dezvoltare durabilă în instalații prin prisma managementului valorii – Poenari Claudia Florentina	85 - 91
11. Aspecte privind modelarea, verificarea și validarea în analiza cu element finit a problemelor de inginerie geotehnică – Popa Claudiu Constantin	92 - 101
12. Stabilizarea pământului prin procedee chimice în formarea pernelor pentru fundarea directă – Prisecariu Silviu	102-111
13. Abordarea metodei bazată pe performanță în ingineria securității la incendiu în construcții – Scutărășu Constantin Sorin	112-118
14. Dezvoltarea urbană sustenabilă – tendințe în practica europeană – Ștefan (Oancea) Irina	119-128
15. Studiu privind integrarea deșeurilor industriale în materiale de construcții durabile – Timu Alexandru	129-135
16. Răspunsul structural al unei îmbinări adezive prin suprapunere simplă solicitată la întindere uniaxială – Ungureanu Dragoș	136-141
17. Aspecte asupra intervențiilor la infrastructura clădirilor vechi din zidărie – Vieriu Vlad Mihai	142-154

Îmbunătățirea pământurilor în adâncime prin tehnologia de malaxare umedă - Programul de verificare a calității pe parcursul procesului de execuție

Andreea Cristina Bitir (Buliga),

doctorand, Facultatea de Construcții și Instalații Iași, bitir_andreea@yahoo.com

Rezumat

Îmbunătățirea pământului în adâncime prin tehnologia de malaxare umedă constă în amestecarea pământului natural cu agentul de stabilizare sub formă de suspensie. De regulă, suspensia este alcătuită din ciment și apă, cu sau fără aditivi sau alte adaosuri. Procesul de execuție al elementelor de pământ tratat prin malaxare cu suspensie de ciment este în permanență însoțit de monitorizarea parametrilor operaționali și este încheiat cu testarea elementelor, în vederea evaluării performanțelor obținute. În cadrul acestei lucrări sunt prezentate principalele aspecte referitoare la programul de verificare al calității elementelor rezultate prin tehnologia umedă de malaxare în adâncime.

Cuvinte cheie: suspensie de ciment, viteză de penetrare, viteză de rotație, rezistență la compresiune monoaxială, uniformitate.

1. INTRODUCERE

Inițiatorile cercetărilor și ulterior motoarele de dezvoltare ale tehnologiilor de îmbunătățire a pământurilor în adâncime prin malaxare cu suspensie de ciment au fost următoarele două țări: Statele Unite ale Americii și Japonia. Având în vedere că aceste tehnologii nu sunt aplicate încă în România, scopul prezentului articol este de a furniza o sinteză a procedurilor și operațiunilor utilizate la nivel internațional, specifice programului de verificare a calității pe parcursul etapei de execuție. În acest context, coroborat cu lipsa de stasuri, normative sau ghiduri naționale care să detalieze această etapă deosebit de importantă în cadrul proiectelor de tratare a pământului, lucrarea reprezintă un suport informativ pentru specialiștii din domeniul geotehnic.

Programul de verificare și asigurare a calității este un element esențial pentru aplicarea cu succes a unui proiect de îmbunătățire în adâncime a pământului prin malaxare cu agent de stabilizare. Programul se stabilește înainte de începerea procesului de execuție iar scopul acestuia este pe de o parte, a verifica și de a ține sub control calitatea materialelor și procedura de punere în operă a acestora, dar și de a evalua caracteristicile fizice și mecanice a elementelor noi create. Suplimentar, pe

lângă controlul asupra execuției care trebuie să se efectueze în conformitate cu specificațiile tehnice ale proiectului, rolul programului este de a depista în faze inițiale eventualele insuficiențe sau disfuncționalități și corectarea rapidă a acestora astfel încât să nu fie compromis întregul proiect.

2. VERIFICAREA CALITĂȚII PE PARCURSUL EXECUȚIEI

În cadrul proiectelor de îmbunătățire a terenului în adâncime prin metoda de malaxare umedă, programul de verificare a calității constă în controlul riguros asupra următoarelor elemente:

2.1. Condiții de transport, depozitare și manipulare a materialelor ce intră în compoziția agentului de stabilizare (ciment, aditivi, filere, apă).

Calitatea materialelor din care este constituit agentul de stabilizare este un criteriu ce influențează în mod decisiv rezistența pământului tratat. Lianții, în cazul de față cimentul, trebuie achiziționați de la producători sau distribuitori autorizați, care să prezinte certificate de calitate a produselor. Cimentul este un material hidrofil motiv pentru care trebuie protejat de umiditate și lumină solară pe parcursul transportului și în special pe perioada de depozitare. De regulă, până la pregătirea suspensiei, cimentul este depozitat pe șantier în silozuri speciale (Figura 1). Extrem de important este termenul de valabilitate al lianților, aspect justificat de faptul că proprietățile de bază a acestora pot fi afectate în timp; pentru ciment termenul de valabilitate este în mod curent de 90 de zile.



Fig.1. Silozuri utilizate pentru depozitarea cimentului

2.2. Pregătirea agentului de stabilizare – suspensiei de ciment

Suspensia de ciment este pregătită în șantier prin amestecarea cimentului cu apă, la care se adaugă dacă este necesar, aditivi (fluidizant, întârziator de priză, agent antrenor de aer etc.). După pregătirea unei cantități de suspensie corespunzătoare capacității vasului de malaxare, aceasta este transferată prin intermediul unei pompe într-un agitator care amestecă continuu suspensia, până la injectarea acesteia în pământ.



Fig.2. Malaxor utilizat pentru pregătirea suspensiei de ciment

Imediat după pregătirea suspensiei se determină densitatea acesteia, ca element principal de control al cantităților de ciment și respectiv de apă ce urmează să fie introduse în teren. Densitatea suspensiei poate fi determinată cu ajutorul unui areometru (Figura 3) de către personalul calificat de serviciu sau automat de către dispozitivul de măsurare cu care poate fi prevăzut echipamentul de malaxare (Figura 4). Practica curentă a pus în evidență valori ale densității suspensiei de ciment de 1,5 până la 1,55 g/cm³ pentru nisipuri uscate și de 1,6 până la 1,65 g/cm³ pentru argile tari. Alte elemente ce trebuie verificate sunt debitul și presiunea cu care suspensia este introdusă în teren pe parcursul etapei de injectare a suspensiei. Cunoscându-se dimensiunile elementului de pământ tratat ce trebuie obținut, densitatea suspensiei, densitatea cimentului și cantitatea de ciment pulbere corespunzător unui m³ de pământ, se determină cantitatea de apă, cantitatea de ciment corespunzătoare unui m³ de suspensie și volumul de suspensie ce trebuie pompat pe metru liniar de element.



Fig.3. Măsurarea densității suspensiei de ciment cu areometru



Fig.4. Dispozitiv montat pe echipamentul de malaxare pentru măsurare a densității suspensiei de ciment

2.3. Parametrii operaționali de execuție

Principalii parametri operaționali urmăriți pe parcursul execuției și de care depind productivitatea dar mai ales rezistența elementelor de pământ tratat sunt: cantitatea și rata de injectare a suspensiei, viteza de rotație și viteza de pătrundere/retragere. Viteza de rotație reprezintă numărul de rotații efectuate de unealta de malaxare în unitatea de timp; valoarea minimă recomandată pentru metoda umedă este de 60 rpm iar valoarea optimă este de 80 rpm. Viteza de pătrundere sau retragere reprezintă deplasarea pe direcție verticală în unitatea de timp a uneltei de malaxare în timpul pătrunderii sau retragerii. Analizele efectuate asupra caracteristicilor mecanice ale pământurilor stabilizate în adâncime prin malaxare au evidențiat faptul că valorile cele mai mari ale rezistenței au fost obținute pentru elementele obținute utilizând o viteză de rotație mare și o viteză de pătrundere per rotație mică.

Gradul de amestecare, implicit uniformitatea elementului de pământ tratat depinde de tipul echipamentului de amestecare, timpul de amestecare, caracteristicile pământului în stare naturală, starea de agregare, cantitatea și viteza de injectare a agentului de stabilizare. Pentru a evalua necesarul de energie de amestecare se definește indicele BRN (Blade Rotation Number) sau T care exprimă numărul total de palete de amestecare care parcurg un 1 m în pământ, ca urmare a unei singure rotații. BRN este definit conform ecuațiilor (1), (2) și (3), funcție de momentul injectării și poziția duzelor de injectare:

- Injectarea completă a agentului de stabilizare are loc în etapa de penetrare a unelei iar duzele de injectare sunt amplasate sub unitățile de amestecare:

$$T = \text{BRN} = \sum M \cdot \left(\frac{R_p}{V_p} + \frac{R_w}{V_w} \right) \cdot n \quad (1)$$

- Injectarea completă a agentului de stabilizare are loc în etapa de retragere a unelei și duzele de injectare sunt amplasate deasupra unităților de amestecare:

$$T = \text{BRN} = \sum M \cdot \left(\frac{R_w}{V_w} \right) \cdot n \quad (2)$$

- Injectare parțială agentului de stabilizare în etapa de penetrare urmând ca injectarea principală să aibă loc în etapa de retragere; duza de injectare inferioară este activă pe parcursul penetrării iar cea superioară este activă pe parcursul retragerii:

$$T = \text{BRN} = \sum M \cdot \left[\left(\frac{R_p}{V_p} \cdot \frac{W_p}{W} \right) + \frac{R_w}{V_w} \right] \cdot n \quad (3)$$

Unde:

$T = \text{BRN}$ = indicele de amestecare [rpm] sau [rev/min];

$\sum M$ - numărul total de palete active de amestecare;

R_p – viteza de rotație a uneltelor de amestecare pe parcursul penetrării, [rpm] sau [rev./min];

V_p – viteza de penetrare a unelei de amestecare, [m/min];

R_w – viteza de rotație a uneltelor de amestecare pe parcursul retragerii, [rpm] sau [rev./min];

V_w – viteza de retragere a unelei de amestecare, [m/min];

W_p – cantitatea de agent de stabilizare injectată în etapa de penetrare, [kg/m³];

W – cantitatea totală de agent de stabilizare injectată, $[\text{kg}/\text{m}^3]$;

n – numărul total de cicluri complete de amestecare (penetrare și retragere) corespunzătoare realizării unui singur element.

Valoarea indicelui BRN diferă funcție de tipul terenului natural. În tabelul 1 sunt indicate valorile minime ale indicelui BRN, calculate conform ecuației (1), care asigură o uniformitate bună a elementelor rezultate în cadrul proiectelor de stabilizare a terenului prin malaxare cu suspensie de ciment, în Polonia. Pentru pământurile coezive se recomandă o valoare minimă a BRN-ului de 430 rpm care poate fi obținută în mod curent pentru un număr de trei cicluri complete de amestecare ($n=3$) și o viteză de penetrare de 0,5 până la 1,5 m/min pentru prima penetrare.

Tabel 1. Valori minime ale indicelui BRN pentru diferite tipuri de pământuri

Tipul pământului	BRN [rpm]
Nămol	500-600
Turbă	500-600
Argilă moale	450-500
Argilă tare	450-500
Praf, praf nisipos	400-450
Nisip mediu și fin	350-400
Nisip grosier și pietriș	300-350

Parametrii operaționali de execuție sunt controlați prin intermediul sistemelor de monitorizare integrate, cu care echipamentul de malaxare este prevăzut (Figura 5). Aceste sisteme furnizează în timp real informații privind: cantitatea de agent de stabilizare injectată, BRN-ul pe măsură ce unealta de malaxare avansează sau este retrasă în/din teren dar și un indice de forare ce ia în considerare presiunea hidraulică pe capul de amestecare și viteza de rotație.



Fig.5. Cabina operatorului - dispozitive de afișare și de ajustare a parametrilor de execuție

2.4. Prelevarea de probe din elementele executate în vederea efectuării testelor de laborator

Cea mai importantă componentă a programului de verificare a calității constă în prelevarea de probe din elementele executate, a căror rezistență la compresiune monoaxială urmează să fie determinată în laborator, la 28 de zile de la punerea în operă a acestora. Frecvența de prelevare a probelor trebuie să reflecte straturile și adâncimile reprezentative ale amplasamentului tratat, așadar prelevarea de probe din stratul cu caracteristicile mecanice cele mai slabe este obligatorie. Există două modalități de recoltare: prelevarea probelor în stare proaspătă și prelevarea prin carotare a elementelor executate fie în stare proaspătă, fie deja întărite.



Fig.6. Elemente de tip coloană rezultate prin malaxare cu suspensie de ciment – Varșovia

Prelevarea probelor în stare proaspătă sau înainte de intrarea în priză a mixturii pământ - suspensie de ciment se realizează cu un echipament special dotat cu un dispozitiv de recoltare asemănător unei cupe, care coboară deschis la cota stabilită iar după ce colectează materialul în stare fluidă acesta se închide și se retrage la suprafața terenului (Figura 7-a). Mixtura prelevată este turnată în matrițe de regulă cubice cu latura de 15 cm iar probele astfel obținute sunt depozitate și lăsate la întărit (Figura 7-b).

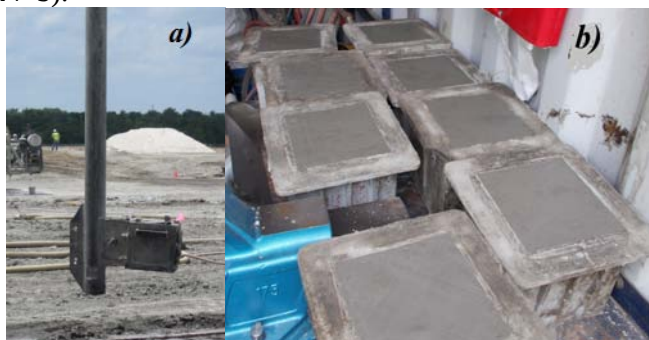


Fig.7. a) Echipament de recoltare; b) Probe în matrițe cubice cu latura de 15 cm

Deși este costisitoare și consumatoare de timp, metoda de prelevare a probelor prin carotare a elementului executat permite recoltarea de probe de la adâncimi mult mai mari comparativ cu metoda prezentată anterior dar și o evaluarea a uniformității elementului în lungul acestuia. Prelevarea de probe prin carotare a elementului în stare proaspătă se efectuează imediat după finalizarea execuției elementului prin introducerea unei tub de PVC cu diametrul de 4 până la 6 țoli îmbrăcat într-o tubulatură metalică ce împiedică flambajul, permite presarea și extragerea tubului de PVC. Cele două tuburi sunt conectate la capete prin intermediul unui strat de spumă poliuretanică (Figura 8). Așadar, după introducerea ansamblului de tuburi în elementul proaspăt executat, mixtura de pământ-suspensie de ciment intră la interiorul tubului de PVC (Figura 9). După 12 ore de la inserție, prin ridicarea cu ajutorul unui excavator ansamblul de tuburi și carota din interiorul acestora, sunt extrase. După alte 3 zile de întărire se taie stratul de spumă poliuretanică, se extrage țeava interioară de PVC împreună cu carota care la rândul lor sunt divizate în secțiuni de 30 cm pregătindu-se astfel probe ce urmează să fie testate în laborator.



Fig.8. Ansamblu de tuburi utilizate pentru prelevarea probelor în stare proaspătă prin carotare



Fig.9. Ansamblul de tuburi introduse în interiorul unui element de tip coloană

Prelevarea de probe prin carotare a elementului în stare întărită se efectuează utilizând echipamente rotative de carotare ce permit extragerea de probe pe întreaga lungime a elementului de pământ stabilizat.

3. CONCLUZII

Performanțele elementelor de pământ stabilizat în adâncime prin malaxare cu suspensie de ciment depind de o multitudine de factori precum condițiile naturale de teren, cantitatea de ciment utilizată cât și întreg procesul de execuție al acestora. Programul de verificare al calității pe parcursul execuției implică controlul riguros efectuat asupra configurației geometrice, continuității, uniformității și caracteristicilor de rezistență și deformabilitate ale elementelor de pământ tratat care trebuie să corespundă specificațiilor tehnice ale proiectului. Sistemul de monitorizare integrat cu care sunt prevăzute echipamentele de malaxare ușurează verificarea parametrilor operaționali de execuție iar dacă sesizează modificări ale condițiilor de teren, sistemul reacționează automat ajustând cantitatea injectată de suspensie astfel încât să fie obținute aceleași caracteristici pentru fiecare strat, indiferent de natura acestuia.

Bibliografie

1. Bruce D.A., Bruce M.E., DiMillio A.F., Deep Mixing QA/QC and Verification Methods, Proceedings of the 4th International Conference on Ground Improvement Geosystems, pp.11-22, 2000.
2. Federal Highway Administration Design Manual, Deep Mixing for Embankment and Foundation Support, Publication No. FHWA-HRT-13-046, U.S. Department of Transportation, 2013.
3. Keller Engenharia Geotécnica Ltda, Manual on Wet Deep Soil Mixing (DSM), October 2013.
4. Keller Polska Sp. z o.o, Tadeusz Brzozowski, Rafal Sobociński, Description of works technology – DSM- wet Columns, November 2015.
5. Kirsch, K., Bell, A., K., Topolnicki Ground Improvement Third Edition, pp. 392-427, CRC Press 2012.
6. Moseley, M. P., Kirsch, K., Topolnicki, M., Ground Improvement 2nd edition, Chapter 9-In situ soil mixing, pp. 331–428, Spon Press 2004.

Mulțumiri

Articolul a fost întocmit pe baza materialelor, informațiilor, fotografiilor și experienței dobândite în cadrul stagiului de practică din Polonia – Varșovia, cu sprijinul companiei Keller (prin intermediul domnului Laurențiu Floroiu, reprezentat al filialei Keller România, domnilor Rafał Sobociński și Łucas Wackowski reprezentanți ai filialei Keller).

Sănătatea și securitatea muncii în construcții

Bogdan Iulian Butnaru,

doctorand, Facultatea de Construcții și Instalații Iași, iulian_butnaru2006@yahoo.com



Rezumat

Este știut faptul că se fac numeroase cercetări pentru a scoate în evidență și a sublinia riscurile de securitate a muncii datorită caracteristicilor și particularităților locurilor de muncă în domeniul construcțiilor. În esență, obiectivul acestui demers științific constă în evaluări cât mai exacte a locurilor de muncă în funcție de aspectele de muncă noi, din perspectiva securității și sănătății în muncă. Locul de muncă în construcții prin particularitățile sale este diferit de cel din industrie, impunându-se astfel măsuri specifice de identificare și evaluare a potențialelor riscuri privind sănătatea și securitatea muncii pentru personalul muncitor. Lucrarea de față prezintă o sinteză a studiilor deja publicate în domeniu, precum și câteva considerații personale referitoare la conștientizarea riscurilor noi în domeniul construcțiilor.

Cuvinte cheie: loc de muncă în construcții, evaluare loc de muncă, riscuri de securitate a muncii.

“ Când pornești la o acțiune trebuie să ai în vedere și riscurile ei” ,

Eugen Lovinescu

Scurtă prezentare

Securitatea și sănătatea în muncă (S.S.M.) reprezintă o preocupare majoră la nivelul U.E. și un factor important în siguranța locului de muncă. În acest sens preocuparea organizațiilor europene care urmăresc acest deziderat o reprezintă

acțiunea de evaluare a riscurilor S.S.M. la nivelul șantierelor cât și soluțiile oferite pentru fiecare risc în parte.

1.Introducere



Domeniul construcțiilor este un domeniu important atât din punct de vedere economic cât și din perspectiva implicării factorului de muncă. Încercăm prin acest articol să evidențiem faptul că domeniul construcțiilor reprezintă o “*uzină de industrii*” justificarea venind din faptul că pe șantiere întâlnim o varietate de acțiuni, operații, resurse cât și particularitatea mobilității locului de muncă. Acest fapt trebuie să fie în permanență în atenția evaluatorilor de risc, acel personal calificat care prin atribuțiile și competențele specifice au ca sarcină să identifice cât mai bine potențialii factori de risc sub toate aspectele muncii lucrătorilor. De asemenea, evaluatorii au datoria ca în baza identificării factorilor de risc existenți, să întreprindă o serie de măsuri, să găsească soluții, astfel încât acești factori să fie eradicati sau diminuați. Toate aceste măsuri și soluții se vor întâlni în planul de măsuri și protecție.

1.1.Evaluarea riscurilor în construcții

Probabilitatea	Foarte probabil	Mediu 2	Sporit 3	Extrem 5
	Probabil	Scazut 1	Mediu 2	Sporit 3
	Putin probabil	Scazut 1	Scazut 1	Mediu 2
		Minor	Moderat	Major
		Impact →		

Nu există un principiu universal valabil cu privire la evaluarea riscurilor, dar acesta trebuie să respecte următoarele referințe de bază:

- identificarea tuturor pericolelor existente cât și a celor potențiale;

- eliminarea riscurilor, iar acolo unde nu se poate, diminuarea acestora astfel încât riscurile să fie monitorizate.

În mod practic, evaluarea riscurilor are în vedere obligatoriu observarea riguroasă a tuturor elementelor mediului caracteristic locului de muncă (căi de acces, starea clădirii, starea echipamentelor tehnice și de protecție, temperatură, iluminat, zgomot, pulberi, gaze, curenți de aer etc).

De asemenea vor fi avute în vedere și următoarele aspecte:

- identificarea fără omisiuni a tuturor sarcinilor de muncă;
- compararea procedurilor de lucru stabilite cu cele existente în teren;
- analiza riscurilor de toate sarcinile de muncă;
- analiza procedurilor de operare, pentru evaluarea expunerii la pericole;
- analiza factorilor de influență externi;
- analiza factorilor psihosociali ce țin de organizare și de mediu;
- analiza măsurilor luate pentru asigurarea securității și actualizarea continuă a informațiilor privind riscurile.

Așa cum evidențiam în rândurile de mai sus, construcțiile reprezintă un domeniu de activitate vast, în care reușita o reprezintă preocuparea securității muncii încă din faza de proiectare cât și organizarea judicioasă pe șantier. Acest domeniu de activitate înglobează 150 de meserii și peste 200 clase de utilaje, plus o mare varietate de procese de construcții.

Este foarte important ca la evaluarea riscurilor să se țină cont de particularitățile acestui domeniu, prin faptul că un lucrător de aceeași specializare poate să-și modifice locul de muncă periodic atât pe verticală cât și pe orizontală. Acest lucru face să modifice spectrul de riscuri. În construcții, spre deosebire de industrie, produsul este fix, iar procesele sunt mobile.

ZIDAR



Un exemplu edificator este meseria de zidar. Anumite riscuri sunt la realizarea unui zid pe planșeu de la parter și alte riscuri sunt la nivelul superior unde se adaugă riscul specific lucrului la înălțime. Altă diferență poate apărea la realizarea unui perete exterior față de realizarea unui perete interior, acolo unde nu există riscul de cădere în gol. Aceste comparații există la nivelul fiecărui proces de construcții atunci când își modifică coordonatele și nu numai.

Din analizele făcute rezultă că în mare măsură evaluările riscurilor S.S.M. în industrie sunt realizate pe baza cercetărilor pe teren, iar în construcții sunt realizate din birou și mai puțin de pe teren.

Legislația din țara noastră în domeniu, respectiv Legea 319/2006, în capitolul III “Obligațiile angajatorilor” care transpune Directiva Consiliului nr. 89/391/CEE/1989 stabilește clar obligații pentru angajatori, ca aceștia să evalueze



riscurile pentru toate aspectele de muncă a lucrătorului, însă din analizele de pe teren, angajatorii în mare măsură se mulțumesc să evalueze riscurile în baza meseriilor existente în șantier, respectiv a riscurilor generale fără a ține cont de particularitățile acestui sector.

Datorită acestor condiții mobile de lucru în construcții, ideal ar fi ca la fiecare loc de muncă să existe o evaluare specifică. Directiva europeană a transpus în legislația românească prin H.G. nr. 300/2006, anumite prevederi

suplimentare întocmai pentru o diviziune a muncii care se referă la organizare, coordonare, supraveghere s.a. O evaluare a riscurilor bazată pe identificarea cât mai exactă a pericolelor care pot apărea în timpul procesului muncii, ajută la crearea unei set de măsuri precise și pe cale de consecință locuri de muncă mai sigure și mai sănătoase. Această situație va avea consecințe pozitive și în plan financiar, ceea ce presupune progresul organizației.

1.2. Particularitățile locului de muncă în construcții

Studiind acest domeniu constatăm că întâlnim o serie de particularități ale muncii în construcții și anume:

- mobilitatea procesului de muncă necesită o organizare permanentă și o capacitate a lucrătorului de a ști să-și organizeze locul de muncă față de mobilitatea acestuia;
- statica produsului față de dinamica proceselor de construcții implicate;
- procesul de construcții se realizează în majoritatea sa în aer liber și sub influența intemperiilor vremii;
- durata programului de lucru vară față de cel de iarnă;
- durata de lungă durată de realizare a obiectivului dorit;
- diversitatea mare a specializărilor lucrătorilor;
- implicarea multor meserii, utilaje, etc;
- nivelul de educație.

Toate aceste aspecte au o importanță deosebită în ceea ce privește evaluarea locului de muncă în construcții, iar evaluatorul, în mod obligatoriu trebuie să se țină seama de fiecare în parte.

1.3. Riscuri întâlnite pe șantiere

În acest sector de activitate, lucrătorii sunt expuși datorită riscurilor mecanice, fizice, chimice, biologice, ergonomice, psihosociale. Pe lângă aceste riscuri care pot cauza accidente de muncă mai întâlnim și boli profesionale legate de profesiile specifice acestui domeniu și anume:

Accidentele de muncă (AM) se produc în principal, prin:

- cădere de la înălțime;
- cădere de la același nivel;
- implicare într-un accident auto;
- electrocutare;
- surpare, îngropare (în cursul executării săpăturilor);
- lovire de materiale, obiecte aflate în cădere;
- contact cu substanțe periculoase (intoxicații acute, arsuri chimice);
- manipularea unor materiale grele;
- incendiu, explozie.

Principalele **boli profesionale și boli legate de profesie** specifice lucrărilor executate în construcții sunt:

- afecțiuni musculoscheletice (AMS) ale spatelui și/sau membrelor superioare;
- tromboflebită de efort a membrului superior;
- intoxicații acute, subacute, cronice;
- azbestoză, cancer, afecțiuni pulmonare benigne;
- pneumoconioze, boli pulmonare obstructive cronice (BPOC);
- conjunctivite, cheratite;
- dermatoze, eczeme;
- alergii cutanate sau respiratorii;
- hipoacuzie, surditate;
- boală de vibrații;
- hipotermie, degerături;
- șoc caloric, colaps caloric, crampe calorice.

Afecțiunile musculoscheletice (AMS) sunt cele mai frecvente forme de îmbolnăvire din sectorul construcții. Se estimează că tulburările musculoscheletice afectează 30% din forța de muncă din acest sector.

Cercetări recente au arătat faptul că afecțiunile musculoscheletice au o prevalență mai mare în unele domenii din construcții sau grupe profesionale cum ar fi zidari, tencuitori și dulgheri.

Afecțiunile musculoscheletice sunt afecțiuni de etiologie multifactorială în care desfășurarea unei activități și mediul de muncă sunt doi factori semnificativi dintr-o serie de factori care pot contribui la apariția și dezvoltarea lor.

Există o mare varietate de afecțiuni musculoscheletice legate de profesie, de la afecțiuni ale spatelui cauzate de manipularea manuală a maselor grele, până la afecțiuni ale membrelor superioare cauzate, în principal, de activitatea repetitivă.

2. Analiză comparativă privind situația Sănătății și Securității Muncii

2.1. Conștientizarea organizațiilor care desfășoară activități în domeniul construcțiilor asupra riscurilor Sănătății și Securității Muncii în România.

Din analizele pe teren rezultă faptul că în acest domeniu regăsim o clasificare în cel puțin trei categorii ale preocupării angajatorilor asupra riscurilor Sănătății și Securității Muncii și anume:

1. Entități care utilizează resursa umană calificată cu echipamente de muncă certificate, cu protecție intrinsecă cu un grad important de tehnologizare atât ale proceselor de execuție cât și a mijloacelor de securitate utilizate. Acestea utilizează instrumente de lucru certificate cu program de mentenanță bine stabilit, respectat, monitorizat și substanțe certificate. Acestea funcționează în baza unui regulament de ordine interioară riguros realizat și foarte bine respectat.
2. Entități care utilizează resursa umană ”policalificată” (buni la toate) cu echipament necorespunzător sau fără echipament, cu instrumente de lucru neverificate, neîntreținute adeseori cu improvizatii și care nu necesită costuri ridicate.
3. Entități create ca fiind o mixtură între primele două categorii de organizații.

Din acest punct de vedere nu putem pune niciodată semnul de egal în privința probabilității și a gravității apariției accidentelor de muncă.

În România, domeniul construcțiilor ocupă primul loc dintre sectoarele economiei cu cele mai multe accidente de muncă raportate în primele 9 luni ale anului 2015. Conform statisticilor, în construcții riscurile de accidentare sunt de 3 ori mai mari decât media înregistrată în celelalte sectoare de activitate.

Construcții de clădiri - 182 de lucrători accidentați, reprezentând 6,5% din totalul accidentaților din economia națională, cu 5,2% mai puțin decât în aceeași perioadă a anului 2014, când au fost 192 de lucrători accidentați.

Construcții de clădiri - 11 lucrători accidentați mortal, reprezentând 10,7% din totalul accidentaților mortal din economia națională, cu 47,6% mai puțin decât în aceeași perioadă a anului 2014, când au fost 21 lucrători accidentați mortal.

Din punct de vedere al vârstei persoanelor accidentate, analiza accidentelor de muncă a evidențiat faptul că persoanele cu vârsta cuprinsă între 40-50 de ani dețin ponderea cea mai mare respectiv de 32,3%, urmate de persoanele cu vârsta cuprinsă între 30-40 de ani, care au ponderea de 21,4% din totalul persoanelor accidentate pe primele 9 luni ale anului 2015.

De asemenea, persoanele din grupa de vârstă 40-50 de ani au procentul cel mai mare, de 35%, din totalul accidentaților mortal pe primele 9 luni ale anului 2015.

Din analiza accidentelor de muncă pe primele 9 luni ale anului 2015, din punct de vedere al vechimii la locul de muncă al accidentaților, rezultă faptul că 65,3%, adică 1832 de lucrători din totalul accidentaților sunt persoane cu vechime de până la 5 ani (din care 34,9%, adică 979 lucrători accidentați au vechime la locul de muncă între 1 și 3 ani), iar cei din grupa de vechime 5-10 ani reprezintă 17,7% din totalul accidentaților.

2.2. Conștientizarea organizațiilor de construcții asupra riscurilor Sănătății și Securității Muncii în Uniunea Europeană.

Din studiile realizate la nivelul Uniunii Europene, țările dezvoltate au o abordare clară în ceea ce privește politica Sănătății și Securității Muncii în domeniul construcțiilor, și anume:

- faza de proiectare prevede ca în cazul anumitor operații acestea să se realizeze cu anumite dispozitive de protecție mecanizate;
- lucrătorii sunt repartizați doar la operații a cărei specializare o dețin;
- echipamentele de muncă sunt certificate;
- organizarea șantierului este foarte bine stabilită încă din faza de proiect (trasee, căi de circulație, alimentare cu utilități etc.);
- respectarea regulilor și a conduitei profesionale.

3. Concluzii

Atât la nivelul României cât și la nivelul U.E. există o abordare importantă în ceea ce privesc riscurile locului de muncă în toate domeniile. Sunt analizate niveluri de risc la nivelul sectoarelor de lucru, cât și măsurile ergonomice, soluții și măsuri care să elimine sau să diminueze riscurile existente.

În acest articol am evidențiat faptul că statisticile recente abordează domeniul construcțiilor ca fiind un domeniu de importanță majoră în care accidentele de muncă și bolile profesionale ocupă un loc important. O altă problemă specifică țării noastre este aceea că în multe șantiere identificăm lucrătorii “*buni la toate*”, care

îndeplinesc diferite și multiple alte sarcini pentru care nu sunt calificați, școlarizați, specializați. Este evident faptul că acolo unde există o preocupare majoră din partea conducerii organizației cu privire la prevenirea și reducerea riscurilor Sănătății și Securității Muncii, vom avea un profit economic mai mare prin faptul că riscul accidentelor este mai mic. Marile organizații de șantier din România acordând o importanță mare acestui demers conștientizează faptul că asigurând o protecție lucrătorilor săi, utilizând progresul tehnic lucrurile evoluează într-o direcție bună. Consecințele apariției accidentelor de muncă sunt costurile mari. Rezultatul unor analize din U.E. privind accidentele fatale de pe șantierele de construcții, rezultă:

- 35% probleme din faza de elaborare a proiectelor;
- 28% lipsa de coordonare și cooperare a antreprenorilor cu subantreprenorii;
- 37% alte cauze.

4. Propuneri

Din aceste considerente propunem în atenția organizațiilor de șantier o *atenție sporită* în ceea ce privește evaluarea locului de muncă în construcție funcție de *toate aspectele de muncă*. Acestea în mod ideal trebuie să se regăsească pentru *fiecare* acțiune, operație, proces de execuție existent în șantierele de construcție.

Altă propunere este ca la repartizarea lucrătorului la locul de muncă să țină cont și de *abilitatea lucrătorului* de a-și organiza locul de muncă funcție de condițiile noi apărute la trasarea unor sarcini noi de muncă. O *frecvență mai mare* în monitorizarea, supravegherea și controlul lucrătorului în a respecta procedurile de lucru, purtarea echipamentelor de lucru poate de asemenea contribui la reducerea accidentelor de muncă.

Un alt aspect important este ca, încă din faza de proiectare să se prevadă dispozitive de securitate pentru fiecare proces de execuție (acolo unde se poate) prin mecanizarea muncii și reducerea implicării factorului uman.

În consecință, o soluție în domeniul construcțiilor ar fi utilizarea dispozitivelor de protecție colectivă și a echipamentelor de muncă intrinsecă. În acest sens propunem ca organizațiile din domeniul construcțiilor să utilizeze soluțiile mecanizate existente pe piață, chiar dacă la prima vedere acestea implică costuri suplimentare.

Cîteva exemple edificatoare pot fi: soluții mecanice de sprijinire a malurilor șanțurilor în detrimentul sprijinirii cu popi din lemn care pot ceda datorită surpării sau alunecărilor de pământ; alt exemplu ar putea fi schela autorizată care

deservește toată suprafața de lucru și care elimină riscul de a monta schele clasice pe suprafețe neregulate sau fără elemente de protecție. În ambele exemple este evident faptul că soluțiile propuse oferă o siguranță mult mai mare a lucrătorului. Aceste echipamente de protecție pot fi prevăzute din faza de proiectare sau pot fi închiriate doar pentru momentul executării lucrării respective în vederea reducerii costurilor.

Bibliografie:

- 1) <https://osha.europa.eu/ro>
- 2) Darabont, A., Pece, S., *Protecția Muncii (manual pentru învățământul universitar)*, Editura didactică și pedagogică, R.A., București, 1996.
- 3) http://ssm-competitivitate.inpm.ro/?page_id=769
- 4) Ghid de evaluare a riscului, *Inspekția Muncii*.
- 5) <http://europa.eu/ro/campaigns>
- 6) Darabont, A., Pece, S., Dăscălescu, A., *Managementul securității și sănătății în muncă*, Editura AGIR, București 2001.
- 7) Health and Safety at Work, Regulations 1994.
- 8) Boswell, L.F., *The responsibility of engineers for safety*, prelegere în cadrul programului LLP Erasmus la Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca, iulie 2008.
- 9) Verdeș, D., Pop, I., *Panouri neportante - Risc și siguranță la acțiuni seismice*, Analele Universității Ovidius Constanța, 325-328, ISSN, 12223-721.
- 10) Health and Safety 1999 No 3242.
- 11) Băbuț, G., Moraru, R., *Protecția muncii*, Editura Universitas, Petroșani, 1999.
- 12) Moraru, R., Băbuț, G., *Analiză de risc*, Editura Universitas, Petroșani, 2000.
- 13) Moraru, R., Băbuț, G., Matei, I., *Ghid pentru evaluarea riscurilor profesionale*, Editura Focus, Petroșani, 2002.
- 14) Pece, Șt., *Evaluarea riscurilor în sistemul om-mașină*, Editura Atlas Press, București, 2003.
- 15) *Legea securității și sănătății în muncă nr. 319/2006*, Monitorul Oficial al României, Partea I, nr. 646/26.07.2006.
- 16) *H.G. nr. 1425/2006 pentru aprobarea Normelor metodologice de aplicare a prevederilor Legii securității și sănătății în muncă nr. 319/2006*, Monitorul Oficial al României, Partea I, nr. 882/30.10.2006.
- 17) *H.G. nr. 300/2006 privind cerințele minime de securitate și sănătate pentru șantiere temporare sau mobile*, Monitorul Oficial al României, Partea I, nr. 252/21.03.2006.
- 18) SR EN 1050: 2000 - *Securitatea mașinilor. Principii pentru aprecierea riscului*, Asociația de Standardizare din România - ASRO, București, 2000.
- 19) Șerbănoiu Ion, *Metode de organizare și programare în construcții*, Editura Societății Academice "Matei-Teiu Botez", Iași-2009
- 20) Șerbănoiu Ion, Adrian Șerbănoiu, *Managementul resurselor umane în construcții*, Editura Societății Academice "Matei-Teiu Botez", Iași-2007.

Locuințe sociale modulare - sustenabile, limite și oportunități în contextul socio-economic contemporan

Costin -Andrei Cădere,

doctorand, Facultatea de Construcții și Instalații Iași, caderecostin@yahoo.com

Rezumat

Obiectivul acestei lucrări constă în evaluarea potențialului structurilor (de) tip locuințe sociale modulare prefabricate sub aspectul conceptului de sustenabilitate. Alegerea tematicii este determinată de nivelul ridicat de urbanizare, asociat creșterii demografice înregistrate în ultimele decenii în aglomerările urbane, implicit necesitatea de acomodare a noii populații. Considerând eficientizarea energetică, reducerea costurilor de producție și a timpului de realizare asociate proceselor necesare de intervenție la nivel urban general asupra sistematizării spațiului construit, în lucrare sunt analizate principalele elemente asociate problematicii locuirii și a locuințelor sociale modulare - sustenabile, limitările și oportunitățile acestei tehnologii. Metodologia lucrării este axată pe o abordare analitică în care elementele teoretice sunt folosite pentru a evalua sustenabilitatea, limitele și oportunitățile asociate locuințelor social-modulare în contextul socio-economic contemporan.

Cuvinte cheie: locuințe sociale, modulare, prefabricare, sustenabilitate.

1. INTRODUCERE

În vederea elaborării unei strategii relevante pentru dezvoltarea domeniului vizat se urmărește întocmirea unei sinteze documentare cu privire la cercetarea și implementarea strategiilor sustenabile în procesele de proiectare și integrare a structurilor de tip locuințe sociale în mediul urban, urmărind accesibilitatea sub aspect economic, satisfacerea exigențelor utilizatorilor precum și criteriile de performanță pentru clădiri.

Conform Legii nr. 114/1996, art. 2., litera c., *locuințele sociale sunt asociate cu acele spații care se atribuie cu chirie subvenționată unor persoane sau familii, a căror situație economică nu le permite accesul la o locuință în proprietate sau închirierea unei locuințe în condițiile pieței.* Prin urmare, importanța lucrării derivă și din caracterul social al acestor tipuri de locuințe într-un context în care țările europene își revin cu greutate din criza financiară care a început în 2007 și care a avut un impact puternic asupra pieței imobiliare.

Modularea, așa cum este ea definită de Institutul de Construcții Modulare (Modular Building Institute), *este procesul prin care o clădire este construită în afara amplasamentului (off site construction), în condiții complet controlabile și respectând aceleași normative și standarde folosite în construcțiile convenționale - dar, în aproximativ jumătate din timp.* Analize și cercetări pe acest subiect indică faptul că rezultatul final, atunci când se construiește modular, reflectă întocmai intențiile din proiectul propus.

Modularea permite prefabricarea unui număr limitat de repere care urmează a fi utilizate pentru realizarea unui număr mare de clădiri, diferite din punct de vedere al modului de distribuție a spațiilor.

Prefabricarea implică realizarea reperelor în condițiile unui riguros control de calitate, permițând utilizarea unor deșeuri reciclabile în asociere cu materiale convenționale, în cadrul unor structuri ușoare și eficiente energetice.

Ne propunem să abordăm subiectul locuințelor sociale modulare în contextul sustenabilității. Conform Raportului Brundtland (1987) dezvoltarea sustenabilă este definită ca *“satisfacerea nevoilor din prezent, fără a compromite capacitatea generațiilor viitoare de a-și satisface propriile nevoi”* (Raportul Brundtland 1987). Prin urmare, sustenabilitatea devine o condiție obligatorie pentru dezvoltarea armonioasă și găsirea unor soluții tehnice de construire a locuințelor prin care să fie acoperite deficiențele sociale și asigurată recuperarea rapidă și temeinică a pieței imobiliare.

2. EVOLUȚIA LOCUINȚELOR SOCIALE

2.1. Încadrarea în contextul actual

Primele exemple relevante de locuințe sociale au apărut în perioada celor două războaie mondiale prin implementarea blocurilor de locuințe, ca răspuns la o necesitate importantă în acea vreme: orașele distruse de bombardamente trebuiau refăcute rapid.

Pe de altă parte construcțiile modulare au devenit necesare ca răspuns la nevoia de a acomoda o parte din populație, nevoie asociată unor evenimente istorice importante: colonizarea britanică, evoluția industrială, criza locuințelor de după război, dar și crizele economico-financiare care au afectat sistemele capitaliste contemporane.

Scurtă descriere a celor mai relevante abordări în domeniul construcțiilor modulare (Smith, 2010):

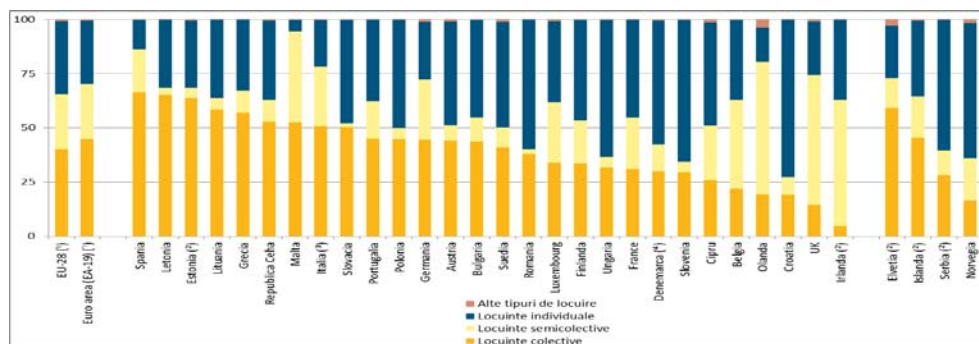
- exemplu britanic – Manning Cottage locuința prefabricată din lemn realizată în anul 1830, dezvoltată de britanici pentru colonizarea ținuturilor din India, Africa, Canada etc.
- exemplu țărilor nordice – asociată conform literaturii de specialitate următoarelor evenimente majore: evoluția industrială, criza locuințelor de după război și interesul actual pentru utilizarea tehnologiilor CAD/CAM .
- abordarea japoneză – arhitectura vernaculară bazată pe materiale de construcții disponibile în imediata vecinătate a comunității.

2.2. Încadrarea în contextul actual

Pentru determinarea caracteristicilor și problemelor de locuire în țările membre ale Uniunii Europene, biroul de statistică Eurostat a întocmit, pe baza datelor extrase în luna mai 2014, studiul “Housing Statistics”.

Acesta oferă o imagine de ansamblu asupra statisticilor recente, cu privire la locuințele din Uniunea Europeană, concentrându-se pe următoarele aspecte:

- tipurile de locuințe (colective, semicolective sau individuale – Fig. 1);
- regimul de ocupare a locuințelor (deținerea sau închirierea unei proprietăți – Fig. 2);
- calitatea locuințelor (cu referire la supraaglomerare și privarea de locuințe care să îndeplinească cerințele minime de confort – Fig. 3);



Analizând graficul observăm că 60% din populația României este distribuită în unități de locuit individuale, o proporție mare în comparație cu celelalte țări din Uniunea Europeană (poziția a patra după Croația, Slovenia și Ungaria), deși există o deplasare consistentă a populației active către mediu urban.

Conform recensământului provizoriu din anul 2011 mai mult de jumătate din locuințele individuale, construite după 1990 și persoanele care locuiesc în acestea sunt concentrate în mediul urban (*Recensământul Populației și Locuințelor 2011 – rezultate provizorii*). Analizând aceste aspecte putem evidenția faptul că un procent relevant din populația României optează pentru trecerea de la locuirea colectivă la locuirea în unități individuale.

Această tendință nu este sustenabilă deoarece construirea unui număr mare locuințe individuale generează consumuri mari de resurse și extinderea zonelor de locuit, elemente care au un impact negativ major asupra factorilor de mediu.

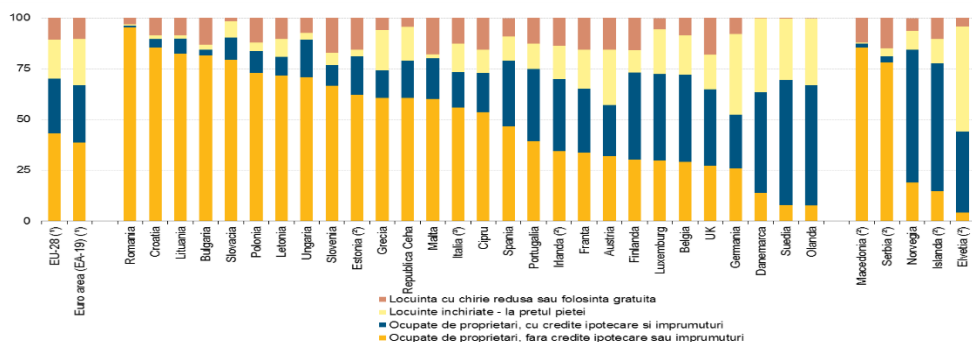


Fig. 2. Populația în funcție de regimul de ocupare a locuințelor. Sursa: Prelucrare după informațiile Eurostat – Housing statistics, ec.europa.eu/eurostat, 2014

În ceea ce privește regimul de ocupare/proprietate a locuințelor, observăm prin comparație diferențe categorice între situația din România 95.6 % (primul loc în UE) și situația asupra locuințelor din alte țările europene.

În același timp cea mai ridicată rată de supraaglomerare între statele membre UE este înregistrată tot în România cu un procent de 52.9% (*Housing statistics, 2014*).

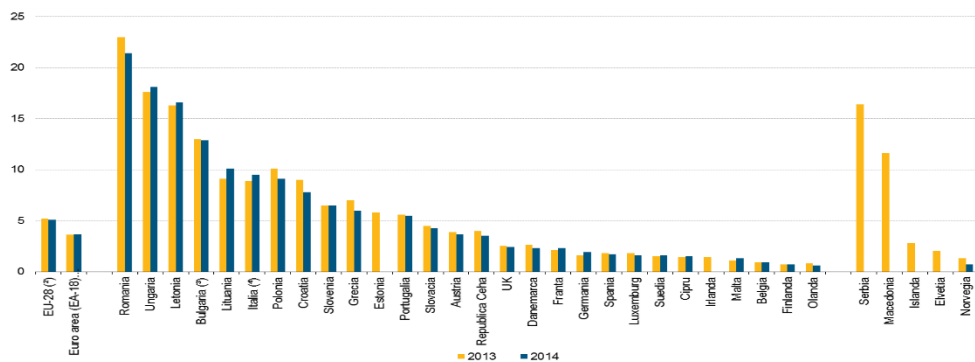


Fig. 3. Condiții precare de locuit. Sursa: Prelucrare după informațiile Eurostat – Housing statistics, ec.europa.eu/eurostat, 2014

Prin urmare, pentru a răspunde prin mijloace eficiente la cerința tot mai mare de locuințe sociale, trebuie identificate prin cercetări extinse posibilele tendințe din mediul social (sărăcie, migrația), precum și cantitatea de resurse ce trebuie alocată pentru atingerea scopului.

Preocuparea la nivelul European cu privire la necesitatea locuințelor sociale a fost determinată de recenta recesiune economică și efectele ei asupra pieței imobilare. Contextul politico-social actual întărește și mai mult nevoia cercetării și dezvoltării problemei locuințelor sociale (*European commission*).

3. LOCUINȚE SOCIALE MODULARE - OPORTUNITĂȚI ȘI LIMITĂRI

Conform studiilor efectuate cu privire la integrarea sistemelor modulare prefabricate în construcții, principalele beneficii, prin comparație cu metodele de construire tradiționale, sunt: reducerea perioadei de execuție, eficiența în consumul materiilor prime și implicit reducerea costurilor, impactul scăzut asupra mediului prin reducerea lucrărilor pe amplasament, calitatea ridicată a materialelor produse în condiții de fabrică (control al calității eficient, testări, agrementări), productivitate și siguranța muncii, posibilitatea de a utiliza deșeuri reciclabile în mod controlat și de a refolosi elementele modulare în cadrul altor construcții (Lu 2007, 126-127).

Pentru identificarea acestor oportunități a fost întocmit un studiu în cadrul Universității Clemson, de către Lu Na în anul 2000, în care 138 de persoane implicate în domeniul construcțiilor (arhitecți, ingineri și constructori) au răspuns la un chestionar dedicat acestui subiect.

Un studiu efectuat de McGraw-Hill care face referire la folosirea elementelor modulare și prefabricate, indică faptul că există un număr mare de șantiere, în care perioada alocată execuției proiectului se reduce cu până la 30 %, datorită folosirii acestor elemente (McGraw Hill Construction, 2011).

Pe lângă efectele pozitive asupra factorilor de mediu, reducerea perioadei de execuție este foarte importantă, mai ales în zonele urbane și datorită disconfortului pe care șantierele active îl generează în zonele adiacente (probleme de trafic, zgomot).

Prin reducerea considerabilă a procesului de construcție pe amplasament, impactul asupra factorilor de mediu devine predictibil și mult mai ușor de controlat.

Un alt avantaj important al construcțiilor modulare este reducerea radicală a consumului de resurse materiale, aspect care determină modificări pozitive și asupra costurilor finale. Aceste lucruri sunt posibile deoarece elementele modulare

sunt confecționate în fabrică, în condiții climatice controlate, respectând un flux funcțional de producție optimizat și în condiții de siguranță a muncii sporită.

Poate cel mai important element din punctul de vedere al proiectanților este faptul că, rezultatul final, atunci când se construiește modular, reflecta întocmai intențiile din proiectul propus. Responsabilitatea proiectanților este de a stabili elementele de construcție și standardizarea acestora astfel încât să asigure posibilități de rezolvări funcționale și volumetrice diferite, care să asigure flexibilitate, continuitate, fluiditate spațială, siguranță și confort.

Reciclarea materialelor în urma dezafectării clădirilor trebuie să devină obligatorie dacă asociem conceptul de sustenabilitate cu locuințele sociale modulare. Procesul de reciclare trebuie să asigure că materialele pot fi luate cu grijă la calitatea lor inițială și reutilizate în construcția altor clădiri.

Considerând aspectele menționate se poate concluziona importanța reducerii pierderilor în etapa de producție, durata de implementarea a proiectului precum și timpul exploatarei.

Conform aceluiași studiu efectuat de Lu An în anul 2000 putem enumera următoarele limitări: transportul elementelor și restricțiile rezultate, necesitatea elaborării unor tehnologii specifice și organizarea unor unități de producție specifice, absența unor întreprinderi specializate în România, timpul alocat proiectării considerabil mai mare și imposibilitatea de a realiza schimbări în timpul execuției.

4. CONCLUZII

În contextul socio-economic actual, caracterizat prin urbanizare dar și marcat de fenomenul migrației, locuințele sociale realizabile cu costuri reduse de execuție și exploatare, oferă o soluție pe termen scurt și mediu.

Proiectarea modulară permite prefabricarea principalelor componente ceea ce conduce la reducerea costurilor și a duratei de execuție. Modularea rezultă ca o tehnologie optimă pentru materializarea ideii de a construi locuințe având componente materiale de un număr redus de tipodimensiuni, combinate în diverse moduri.

Bibliografie

1. Collins P. (1965), *Changing Ideals in Modern Architecture: 1750-1950*, McGill University Press.
2. Dabby, R., Bedi, A. (2012), *Structure for Architects*, John Wiley & Sons Ltd, ISBN13: 9780470633762.
3. Evans, P., Silver, P., McLean, W. (2014). *Structural Engineering for Architects: A Handbook*. Laurence King Publishing, ISBN13 9781780670553

4. Karlenzig W. (2016), *A Blueprint for Greening Affordable Housing: Developer Guidelines for Resource Efficiency and Sustainable Communities*, ISBN 0-9668092-0-3.
5. Kjeldsen, M. (1988), *Industrialized housing in Denmark*, ISBN 8750371762.
6. Pfammatter, U. (2008), *Building The Future*, Prestel, ISBN 3791339265.
7. Smith, R.E. (2010), *Prefab architecture*, John Wiley & Sons, Inc. ISBN 978-0-470-27561-0.
8. Woodrow, C. (2010), *Sustainable Communities Design Handbook: Green Engineering, Architecture, and Technology*, Butterworth-Heinemann Ltd., ISBN 9781856178044.

Zone afectate de alunecări de teren în Municipiul Iași

Mihai Chirica,

doctorand, Facultatea de Construcții și Instalații Iași, mihaichirica2014@gmail.com

Rezumat

Articolul de față, prezintă o analiză a principalelor zone afectate de alunecări de teren de pe raza Municipiului Iași. Preocupări pentru combaterea fenomenelor de alunecare au existat încă din anii '30, dar cele mai eficiente au început în 1969 având la bază studii și proiecte de consolidare. În zonele care periclita bunuri materiale, consolidarea a constat în construcții de sprijinire combinate cu lucrări de captare, drenare și evacuare a apelor subterane și din precipitații, plantații, iar în zonele care nu puneau în pericol construcții, din nivelări, canale de dirijare a apelor, plantații vitipomicole, împăduriri. Ca urmare, alunecările active s-au restrâns ca arie în favoarea celor stabilizate sau în curs de stabilizare. Nu pot fi excluse însă noi reactivări.

Cuvinte cheie: alunecări de teren, Municipiul Iași.

1. INTRODUCERE

Municipiul Iași este amplasat într-o regiune al cărui relief este caracterizat prin existența colinelor, dealurilor și platourilor. De-a lungul timpului aceste forme de relief au suferit numeroase alunecări. Alunecările de teren se manifestă preponderent în lunile ianuarie-martie, fie prin reactivarea unor alunecări vechi, fie prin apariția altora noi și au ca efect distrugerea și afectarea terenurilor agricole, locuințelor, anexelor gospodărești și căilor de comunicații.

În municipiul Iași, fenomenele de alunecare s-a accentuat încă din iunie 1998, când acestea s-au manifestat puternic în zonele versantului Sărărie-Țicău, pe care sunt amplasate cartierele Târgușor Copou și Țicău, și pe versantul Copou ce cuprinde zonele Aurora, Bogdan (între Copou și Păcurari), Grădina Botanică. Atunci au fost afectate mai bine de 100 de gospodării, precum și aproximativ 7.400 de m² suprafață carosabilă.

Încă din 2002, Iașul a fost inclus pe lista orașelor cu risc maxim la alunecări de teren, de către comitetul special constituit pe lângă Ministerul Lucrărilor Publice, Teritoriului și Locuinței [1]. Prin extinderea orașului și efectuarea lucrărilor haotice (infiltrații nedrenate), pânza freatică a orașului s-a apropiat la câțiva metri de suprafața pământului. Nu numai orașul Iași are probleme, ci întregul județ, de

menționat fiind alunecările din zonele Bucium, Bârnova, Tomești, Comarna, Răducăneni.

Alunecările au o evoluție în salturi, cu mișcări lente în majoritatea cazurilor, iar din când în când, în perioadele cu precipitații bogate, capătă un caracter violent, provocând pagube importante clădirilor, căilor de comunicații, rețelelor edilitare etc. Consemnările documentare atestă numeroase astfel de fenomene, iar în perioadele mai recente sunt cunoscute alunecările de amploare din 1932-1934, 1941-1942, 1959-1961, 1969-1973, 1980-1981-1983-1985, 1990, 1996-1997, 2000-2005, care au afectat suprafețe importante din zonele Țicău, Bogdan, Râpa Galbenă, Păcurari, Aurora, Șipoțel, Brândușa, Galata, Cetățuia, Bucium, Copou Est s.a. Astfel, în zona Țicău, alunecările din 1942 s-au produs pe o suprafață de peste 40 ha (zona străzilor Simion Bărnuțiu, Soarelui, Caraiman, Delavrancea, Țicăul de Jos, Bogdan Vodă) distrugând total sau parțial 370 case. Fenomenul s-a produs în urma unei perioade îndelungate de precipitații bogate, începând din toamna anului 1941 până în primăvara anului 1942. Cu toate că s-au executat lucrări de drenare a apelor, alunecările din Țicău s-au reactivat în anii 1959-1961, 1969-1973 și 1996-1997, afectând aproape tot versantul estic al dealului Copou [1], [2].

2. ZONE AFECTATE DE ALUNECĂRI DE TEREN

2.1. Versant Copou Est

Versantul Copou Est este reprezentat de zona cuprinsă între mal drept Cacaina, Bd. C. A. Rosetti, Str. Cucu, Str. Bașotă, Str. Sărărie, Șos. Sărărie, Șos. Ștefan cel Mare, Al. Gr. Ghica Vodă, Al. M. Sadoveanu și limita administrativă a municipiului [3].

În prezent, versantul Copou Est este împădurit în partea de nord având densitate moderată de locuințe. Pe cornișă sunt amplasate obiective de importanță deosebită: Casa memorială „Mihail Sadoveanu”, Liceul Pedagogic „Vasile Lupu”, Facultatea de Horticultură, Facultatea de Medicină Veterinară, Stația de transformare de 110 KV. Arterele de circulație prezente sunt în parte modernizate. Șoseaua Ștefan cel Mare și Sfânt, Șoseaua Sărărie având îmbrăcăminte asfaltică, restul străzilor fiind de categorie inferioară, slab pietruite sau de pământ.

Pe acest versant efectul fenomenului de alunecare este prezent prin apariția în zona împădurită de ebulmente, crăpături, aspect de „pădure beată”, izvoare, forfecări ale lucrărilor de desecare, înclinări ale căminelor de dren, tasări ale terenului în jurul lucrărilor de consolidare.

Pe Șoseaua Ștefan cel Mare în zona cuprinsă între km 199+800 – 200+450 s-au observat deplasări ale ranforților și bolților din beton armat, tasarea și ruperea

rigolelor, trepte de alunecare cu înălțimea de 3,00-4,00 m, iar în carosabil tasări și ruperi ale sistemului rutier [4], [5].

Alunecările avansează spre Stația de transformare de 110 KV, punând în pericol obiectivul și liniile electrice aferente, Figura 1.



Fig. 1 – Strada Sărărie - Elemente de sprijin – gabioane degradate ca urmare a alunecărilor de teren

2.2. Versant Copou Vest

Versantul Copou Vest este reprezentat de zona cuprinsă între Aleea Mihail Sadoveanu, Bulevardul Copou, Strada și Șoseaua Păcurari și limita administrativă a municipiului.

Situat în partea de nord a municipiului, versantul Copou are ponderea cea mai mare din suprafața colinară pe care este situat orașul Iași. Între anii 1973-1991 s-au executat o serie de lucrări de consolidare în zonele Bogdan, Grădina Botanică, Aurora. Lucrările de consolidare constau în ranforți pe coloane de beton armat, ziduri de sprijin, chesoane și cămine de mare adâncime, drenuri, amenajări de suprafață, majoritatea fiind executate pe domeniu privat. Ponderea cea mai mare o reprezintă lucrările de desecare. Energia de relief a versantului este considerabilă, fapt ce duce la eroziunea zonelor neamenajate. Versantul este acoperit în proporție de 70% cu lucrări de amenajări de suprafață, asigurând o etanșeitate relativă.

În ultimii ani s-au constatat alunecări masive (Figura 2) care au dus la distrugerea în repetate rânduri a străzilor, podgoriilor, drumul ce face legătura între cartierul Copou și biserica Sf. Atanasie și Chiril, aleilor betonate de pe teritoriul Grădinii Botanice, Strada Belvedere, Strada Șipoțel, Strada Tăcuta. La o serie de imobile din Strada George Coșbuc, Dumbrava Roșie, Căramizilor, Șipoțel au apărut fisuri și crăpături în pereți. În cartierul Aurora, fenomenul de alunecare se manifestă prin forfecarea frecventă a drenurilor forate orizontal și apariția de izvoare.

Deși studiile punctuale elaborate pentru construcțiile de locuințe prezintă stabilitatea locală asigurată, totuși, în perspectivă este posibilă pierderea stabilității generale.



Fig. 2 – Grădina Botanică - alunecări de teren

2.3. Zona Țicău

În cadrul versantului Copou Est intră și zona Țicău situată în partea de nord-est a municipiului, aval străzii și șoselei Sărărie, cuprinzând perimetrul limitat de străzile Albineț, Poligon și pâraul Cacaina [3]. Este zona cu cea mai mare densitate a lucrărilor de consolidare, dar și cu evoluția cea mai spectaculoasă a fenomenului de alunecare. Lucrările de consolidare s-au executat etapizat, începând din anul 1974 și până în 1998, aplicându-se diferite soluții constructive.

Lipsa rețelei de canalizare, uzura avansată a rețelei existente de apă, aportul mare de apă dinspre cornișă, ridicarea nivelului pânzei freatice, creșterea umidității stratului de loess de la 15% la 22-23%, au dus la prăbușirea parțială a cornișei. Apele subterane izvorăsc la suprafață, apoi, infiltrându-se în masa deluviului de pantă produc înmuierea acestuia. În acest mod s-a produs alunecarea unor mari mase de pământ după un plan situat la o adâncime mai mare decât cea determinată prin studiile elaborate pentru proiecte. Alunecările de teren s-au declanșat încă din toamna anului 1996 începând cu strada Sărărie și continuând an de an spre pâraul Cacaina, provocând pagube majore:

- distrugerea lucrărilor de consolidare executate în aval de zona căminelor „1 Mai” manifestată prin ruperea elevației ranforților, prăbușirea bolților din gabioane, degradarea rigolelor, forfecarea drenurilor;
- distrugerea lucrărilor de consolidare executate în aval de zona stradelei Sărărie prin înclinarea ranforților, ruperea sau prăbușirea bolților de beton;
- prăbușirea unui număr de 5 case, altele 99 fiind afectate în proporție de 15-90%;

- distrugerea a 223 de anexe gospodărești, 7620 m² carosabil, 710 m rețele de alimentare cu apă și de canalizare, suprafața totală a terenului afectat fiind de 9 ha.

Extinderea fenomenului de alunecare spre zonele laterale corespunde unui front de 600 m și se apreciază afectarea unui număr de circa 200 de imobile, toate străzile cartierului Țicău, cu rețelele tehnico -edilitare existente de apă, canalizare, gaz metan, energie electrică, telefonie.

2.4. Versant Păcurari

Versantul Păcurari este zona cuprinsă între Strada Octavian Băncilă, Strada Păcurari, Strada Gavril Muzicescu, Strada și Șoseaua Arcu.

În anii '80, în zona delimitată de Strada Octavian Băncilă, Strada Păcurari, Strada Gavril Muzicescu și Șoseaua Arcu s-au executat lucrări de consolidare și de drenare (chesoane, cămine de dren, ranforți fundați prin intermediul fundațiilor indirecte - coloane Benotto, ziduri de sprijin, rigole) care asigurau stabilitatea versantului, coborârea și evacuarea apei din pânza freatică, la canalizarea orașului. Lucrările de consolidare executate în anii '80 în zona amonte străzii Florilor se prezintă corespunzător din punct de vedere tehnic.

Pentru realizarea ansamblului de blocuri din zona Billa și a lărgirii străzii Silvestru a fost necesară deplasarea spre vest a Șoselei Arcu. Acest fapt a condus la necesitatea executării unor ample lucrări de consolidare spre zona amonte ce a constat în:

- executarea unui zid de sprijin fundat pe coloane Belotto cu suprastructură din prefabricate tip gradină care să permită circulația apei spre rigole;
- executarea unui sistem de drenaj din chesoane și foraje orizontale, precum și a unor lucrări de nivelare și taluzare. Deși suprafața consolidată este relativ mică, aproximativ 5 ha, în decursul a numai câțiva ani a fost construită aproape în totalitate, încărcarea masivă fiind un factor important în pierderea stabilității.

2.5. Versant Râpa Galbenă

Versantul Râpa Galbenă asigură trecerea dintre versantul Copou și zona de jos a municipiului (zona gării). S-au executat lucrări de consolidare aval Străzii Gavril Muzicescu, constând în ranforți fundați pe coloane Benotto cu lungimea coloanei de 16 m și bolți din elemente prefabricate. Lucrările de desecare au suferit degradări importante, fiind necesară intervenția anuală pentru reparații. În versant există rețele purtătoare de apă.

2.6. Zona platoului central

Zona platoului central este cuprinsă între Strada Gării, Strada Arcu, Strada Cuza Vodă, Strada Elena Doamna, Strada Cucu, Bulevardul Tudor Vladimirescu, Strada Smârdan, Strada Sf. Andrei și Strada Uzinei.

Zona centrală a municipiului Iași este sediul a numeroase monumente istorice și arhitecturale de o valoare inestimabilă: Biserica „Trei Ierarhi”, „Catedrala Metropolitană”, Biserica „Sf. Nicolae Domnesc”, Teatrul Național, Banca Națională, Palatul Roznovanu, Filarmonica „George Enescu”, precum și blocuri de locuințe și clădiri social-culturale. Aceasta zonă este supusă permanent variațiilor nivelului pânzei freatice, tinzând spre limite superioare, ceea ce constituie un real pericol pentru stabilitatea și integritatea construcțiilor. Pe parcursul anilor `70 s-au executat în zonele „Trei Ierarhi”. Hotel Moldova, Palatul Culturii, chesoane și cămine de dren de mare adâncime pentru asanare, care sunt în funcțiune și întreținute în mod corespunzător. Aceste lucrări împreună cu galeria drenantă, cu un debit de cca 16 l/s, construită între străzile Sf. Andrei și Băncii, ce acționează la baza stratului acvifer, considerată ca soluție de maximă eficiență în desecarea zonei centrale, au menținut constant nivelul apei freatice.

În anul 1990 a fost elaborată de către S.C. Habitat Proiect S.A. documentația de execuție pentru „Desecarea zonei centrale a municipiului Iași”, delimitată de următoarele artere de circulație: Independenței, Gavriil Musicescu, Gându, Horia, Crișan, colonel Langa, Palat, Smârdan, Elena Doamna, Sărărie, Tâgu Cucu. Proiectul prevedea execuția de chesoane de adâncime la baza platoului central și foraje orizontale de asanare. Din lipsa de fonduri investiția nu s-a executat.

Pentru Zona Centrală a municipiului Iași a fost realizat un studiu „Analiza de stabilitate a versanților – Zona Centrală Iași”, de către S.C. PROEXROM S.R.L., în anul 2006, lucrare care prezintă o analiză foarte detaliată a versanților din zona centrală, cu profile transversale pe baza cărora s-au calculat factorii de stabilitate cu ajutorul metodei Bishop [5].

2.7. Versant Tătărași

Versantul Tătărași este zona cuprinsă între Stradela Nicoriță, Strada Vasile Lupu, Strada Delfini, Strada Ciurchi, Strada Miorița, Strada Rojniță, Strada Tătărași; Strada Han Tătar, Strada Vasile Lupu, Alea Parcului, Strada Grădinari, Strada Parcului, Strada Mihai Vodă Viteazul, Strada Fântânilor, Strada Ignat, trecătoarea Pricop, Strada Ion Creangă, Strada Dr. Savini, stradela Ciric, Strada Ciric și limita administrativă a municipiului; Strada Aeroportului, Strada Holboca, Strada Aviației, Strada Aurel Vlaicu, Strada Fântânilor și limita administrativă a municipiului.

Tătărași este un cartier vechi amplasat pe versantul cu același nume. În general versantul nu s-a confruntat cu probleme deosebite, cu excepția părții sudice, situată în aval de Strada Oancea.

Conform proiectului realizat în 1989 era prevăzută executarea a 25 de chesoane de asanare, dar au fost realizate doar 13. Descărcarea acestor chesoane trebuia realizată prin racorduri la rețeaua de canalizare a municipiului, în Strada Miorița. Ulterior lucrările au fost abandonate și nici până în prezent nu au fost terminate, cele menționate fiind singurele lucrări din zonă pentru asanarea versantului. Nefinalizarea acestor lucrări constituie un risc major în pierderea stabilității întregului ansamblu de locuințe și implicit a versantului.

2.8. Versant Brândușa

Versantul Brândușa este zona cuprinsă între Șoseaua Aroneanu, Strada Moara de Vânt, Strada Spital Pașcanu, Strada Eternitate, Bulevardul C.A. Rosetti și limita administrativă a municipiului.

În anii '70 pe versantul stâng al pârâului Cacaina s-au construit numeroase locuințe, o parte fiind deteriorate încă din timpul execuției de alunecările de teren declanșate. Colectorul existent pentru evacuarea pârâului, situat la baza versantului de-a lungul Bulevardului C. A. Rosetti, a fost strivit de alunecările versanților adiacenți, ulterior executându-se lucrări de refacere și consolidare a acestuia printr-un perete de coloane forate de beton armat. La o serie de imobile au apărut fisuri și crăpături în pereți (strada Brândușa nr. 32). În punctele de cotă minimă a străzilor, chiar și la debite normale ale precipitațiilor, apele pluviale de pe suprafețele adiacente ale versantului inundă carosabilul trecând peste bordură în curțile imobilelor. Existența rețelei de apă neetanșă, cu durata normată depășită, lipsa rețelei de canalizare pe majoritatea străzilor versantului, lipsa îmbrăcămînții rutiere pe numeroase străzi, sunt potențiali factori generatori ai mișcării de alunecare a maselor de pământ.

2.9. Versant Galata

Versantul Galata, zona cuprinsă între Strada Cicoarei, Strada Arh. Berindei, Șoseaua Nicolina, Strada Miroslava, Al. Tudor Neculai, Strada Valea Adâncă și limita administrativă a municipiului.

Pentru stabilizarea alunecărilor de teren pe versantul Galata, între anii 1974-1981 s-au executat lucrări de consolidare și împădurire pe suprafețe întinse (Figura 3). Încă din anul 1990 s-a observat că lucrările de consolidare executate sunt insuficiente, fenomenul de alunecare manifestându-se în continuare prin: înclinarea căminelor de dren, forfecarea tubulaturii drenurilor în zona amonte străzii Arh. Berindei, rupturi și tasări ale străzilor Aluniș, Fluturilor, Azilului, Urcușului,

Șoseaua Galata, prăbușiri de teren în zona împădurită, cu copaci înclinați, apariția de numeroase izvoare atât în zona locuită, cum ar fi stradela Căramidari, Strada Aluniș, Strada Brădetului cât și în cea împădurită.

În anul 2000, deși a fost o perioadă secetoasă, în partea de nord-est a versantului s-a produs alunecarea și distrugerea a cca 1 ha de pădure tânără de pin. De asemenea, s-au produs alunecări de teren între Strada Urcușului și cantonul forestier, manifestate prin „pădure beată”, tasări cu trepte de până la 2–3 m. În această zonă nu sunt executate lucrări definitive de consolidare, ci numai lucrări punctuale, pentru diminuarea efectelor alunecărilor: căsoaie, cleionaje, plantări, înierbări, rigole, drenuri, pe un front de cca 200 m. Totodată, pe cornișa versantului se intensifică execuția de locuințe, acestea dispunând de rețea de apă și canalizare, asanarea făcându-se prin drenuri, rigole dalate și de pământ.



Fig. 3 – Zona versantului Galata – lucrări existente

2.10. Versant Bucium

Versantul Bucium este zona cuprinsă între Șoseaua Bucium în partea stânga, iar în partea dreaptă până la limita administrativă a municipiului.

Zona Bucium este o zonă colinară, dispusă în formă de semicerc, orientată pe direcția sud-est a municipiului. Pe versanții din Bucium s-au executat lucrări de consolidare în anul 1974 în zona Trei Sarmale și în anul 1976 în zona Clinicii Dr. Clunet, continuând etapizat până în anul 1990, mai întâi cu lucrările de consolidare din zona Complexului de Vinificație și ulterior cu cele din zona motelului, pentru susținerea drumului național Iași-Vaslui.

Se observă fenomene de alunecare în evoluție ce se manifestă prin degradări ale imobilelor din zona Păun, fundacul Plopilor fără Soț, a Complexului de Vinificație și apariția de ebulmente și izvoare (Figura 4).

Ca principal colector al apelor bazinului Bucium este pâraul Repedea care, de la confluența cu Vămășoaia, asigură tranzitul apelor pluviale spre râul Bahlui. Datorită acțiunii sale de eroziune, se produce o adâncire a albiei care

dezechilibrează versanții adiacenți chiar de la izvoarele sale. Situate în amonte de drumul comunal Păun, aceste izvoare a căror albie nu a fost amenajată corect, au produs alunecări de teren și distrugerea unui imobil.



Fig. 4 – Versant Bucium - alunecări de teren

2.11. Versant Cetățuia – Manta Roșie

Versantul Cetățuia – Manta Roșie este zona cuprinsă între Strada Hlincea, Bulevardul Poitiers, stradela Cazangiiilor și limita administrativă a municipiului.

În anul 1997, pe versantul Cetățuia, aval de mănăstirea cu același nume, atât pe versantul estic cât și pe cel vestic, s-au produs alunecări ce au pus în pericol monumentul. În anul următor s-au executat lucrări de consolidare din fonduri PHARE. În urma dezbaterilor Comisiei Tehnice de lucru pentru urmărirea stabilității versanților instabili, s-a hotărât renunțarea la continuarea executării lucrărilor de consolidare pe coloane forate, stabilindu-se rezolvarea punctuală a suprafeței de teren erodate aval de Observator și evacuarea apelor de la baza versantului prin subtraversarea Strada Hlincea. Lucrările nu sunt încă finalizate.

În anul 1982 pe versantul Manta Roșie s-au executat lucrări de consolidare în zona Secției Spitalului de Recuperare, aflate în prezent în stare corespunzătoare, fiind necesare doar lucrări de reparații și întreținere ale rigolelor pereate ce au suferit degradări (Figura 5). Cartierul de locuințe Manta Roșie se confruntă permanent cu probleme datorită inundării străzilor în urma poziționării la o cotă superioară a canalizării orașului pe Bulevardul Poitiers (în special în perioada precipitațiilor de toamnă-primăvară). Atât străzile cât și locuințele adiacente nu pot beneficia de racorduri la rețeaua de canalizare, cu excepția Șoselei Manta Roșie. Aceasta este prevăzută cu două rigole betonate care asigură colectarea și dirijarea apelor de pe versanții Cetățuia și Manta Roșie și numai accidental din străzile colaterale: strada și stradela Manta Roșie, respectiv strada și stradela Cazangii. În această zonă nivelul pânzei freatice este ridicat, inundând beciurile locuințelor vechi. În lungul stradelei Cazangii se observă semnele unei alunecări de teren care antrenează pădurea de pini și linia electrică.



Fig. 5 – Versantul Cetățuia – lucrări existente – ranforți pe coloane tip Benotto

3. CONCLUZII

Dintre cauzele de producere a alunecărilor de teren în municipiul Iași se pot enumera următoarele:

- pânza de apă freatică cu orientare generală N-S și cu adâncimi variind între 10-12 m în Copou și 4-7 m în zona centrală -Palatul Culturii;
- terenurile macroporice, sensibile la umezire (1-1,5m);
- terenurile contractile (1,5-2 m);
- nisipuri sub presiune (zona Spitalului Sf. Spiridon) și lichefiabile (zona Teatrului Național -Palatul Culturii);
- degradarea în timp a lucrărilor de stabilizare, fără posibilitatea de modernizare sau de refacere.

Bibliografie

1. <http://www.primaria-iasi.ro/> - Site-ul oficial al Primăriei Iași, (accesat în mai 2016).
2. <http://www.icc.ro/> - Site-ul oficial al Consiliului Județean Iași, (accesat în mai 2016).
3. S.C PROEXROM S.R.L, Studiu de stabilitate și fezabilitate versant Copou Est, inclusiv zona Țicău, 2007.
4. S.C PROEXROM S.R.L, Studiu de stabilitate unitar - zona centrală a municipiului Iași, 2006.
5. S.C PROEXROM S.R.L, Analiza de stabilitate a versanților - zona Centrală Iași, 2006.

Strategia Europa 2020 și stadiul implementării în România

Bogdan Chirilă,

doctorand, Facultatea de Construcții și Instalații Iași, chirila_bogdan2006@yahoo.com

Rezumat

Îmbunătățirea eficienței energetice reprezintă o prioritate esențială a politicii energetice a Uniunii Europene (UE) și implicit a României, datorită contribuției pe care o are la realizarea siguranței alimentării cu energie, dezvoltării durabile și competitivității, la economisirea resurselor energetice primare și la reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră. Din acest motiv la nivelul UE s-a inițiat “Strategia Europa 2020” care cuprinde o serie de obiective din punct de vedere climatic, obiective asumate și de România.

Cuvinte cheie: strategia Europa 2020, gaze cu efect de seră, emisii poluante, energie produsă din surse regenerabile, energia primară, energie finală, eficiență energetică

1. Introducere

Îmbunătățirea eficienței energetice reprezintă o prioritate esențială a politicii energetice a UE și implicit a României, datorită contribuției pe care o are la realizarea siguranței alimentării cu energie, dezvoltării durabile și competitivității, la economisirea resurselor energetice primare și la reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră. Din acest motiv la nivelul UE s-a inițiat “Strategia Europa 2020” care cuprinde următoarele măsuri din punct de vedere climatic:

- ❖ Reducerea cu 20% a emisiilor de gaze cu efect de seră în raport cu nivelul anului 1990.
- ❖ Creșterea la 20% a ponderii energiei produse din surse regenerabile în consumul final brut de energie.
- ❖ Creșterea eficienței energetice (exprimată ca reducere a consumului de energie primară) cu 20%, comparativ cu anul 2005.

Consumul de energie primară este un indicator fundamental pentru a înregistra progresele UE în ansamblu și pentru fiecare stat membru în parte, pentru atingerea obiectivelor stabilite de directivele europene. Ca urmare a aderării României la UE începând cu 1 ianuarie 2007 a fost necesară adoptarea directivei europene și a “Strategiei Europa 2020”. România și-a asumat următoarele obiective privind “Strategia Europa 2020”:

- ❖ Reducerea cu 20% a emisiilor de gaze cu efect de seră în raport cu nivelul anului 1990.
- ❖ Creșterea la 24% a ponderii energiei produse din surse regenerabile în consumul final brut de energie.

- ❖ Creșterea eficienței energetice (exprimată ca reducere a consumului de energie primară) cu 19%, față de consumul previzionat în 2007 pentru anul 2020, rezultând un consum de energie primară brută de 43 milioane TEP în anul 2020.

Țintele României pentru îndeplinirea “Strategiei Europa 2020” au fost stabilite în urma unor dezbateri ale autorităților române și aprobate de către Comisia Europeană. Acești indicatori au fost incluși în Programul Național de Reformă al României. Anterior aderării la UE, România a negociat în anul 1997 împreună cu alte 159 de țări Protocolul de la Kyoto prin care România și-a asumat pentru perioada 2008-2012 o reducere a emisiilor poluante de 8% față de nivelul anului 1990. Pentru a doua perioadă a Protocolului de la Kyoto contribuția României este negociată ca parte a obiectivului de reduceri de emisii poluante al UE.

2. Analiza performanțelor înregistrate pe fiecare obiectiv

2.1. Reducerea cu 20% a emisiilor de gaze cu efect de seră în raport cu nivelul anului 1990

România și-a asumat o reducere cu 20% a emisiilor de gaze cu efect de seră în raport cu nivelul anului 1990. Sectorul folosința terenurilor, schimbarea folosinței terenurilor și silvicultură (LULUCF) nu este inclus în ținta de reduceri de emisii a UE. Cu toate acestea, România continuă să raporteze atât la UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change) și KP precum și UE nivelurile de emisii din activități specifice de utilizare a terenurilor potrivit Deciziei UE 529/2013. Această decizie are scopul de a se asigura că emisiile din activități specifice sectorului folosința terenurilor, schimbarea folosinței terenurilor și silvicultură sunt contabilizabile prin sisteme adecvate potrivit cerințelor internaționale în eventualitatea unui angajament ulterior cuprinzător de reduceri de emisii al UE.

Principale gaze cu efect de seră sunt:

- Dioxidul de carbon (CO₂);
- Metanul (CH₄);
- Protoxidul de azot (N₂O);
- Hidrofluorocarburi (HFC);
- Perfluorocarburi (PFC);
- Hexaflorura de sulf (SF₆).

În anul 1990 cantitatea de gaze cu efect de seră, excluzând sectorul folosința terenurilor, schimbarea folosinței terenurilor și silvicultură, era de 252217,51 mii tone CO₂ echivalent. Ținta stabilită pentru anul 2020 este de reducere cu 20% a emisiilor de gaze cu efect de seră, rezultând o reducere de 50443,50 mii tone CO₂ echivalent, având astfel o cantitate de emisii poluante de 201774 mii tone CO₂

echivalent în anul 2020. După cum se poate observa în figura 1 începând cu anul 1990 valoarea emisiilor de gaze cu efect de seră a avut un trend descendent în România, cu ușoare variații. La nivelul anului 2011 România a înregistrat o valoare a emisiilor de gaze cu efect de seră de 123359 mii tone CO₂ echivalent, rezultând o reducere de 51,09% față de nivelul emisiilor poluante din anul 1990.

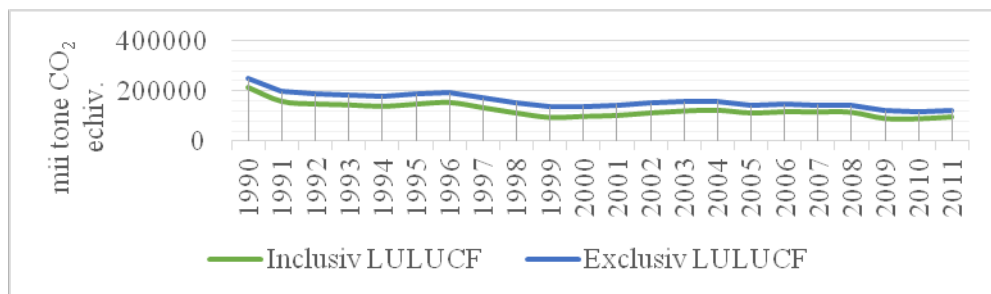


Fig. 1. Evoluția emisiilor de gaze cu efect de seră în România
(Sursă: Agenția Națională Pentru Protecția Mediului, date prelucrate de autor)

Emisiile poluante provin din mai multe sectoare de activitate:

- Energie;
- Procese industriale;
- Utilizarea solvenților și a altor produse;
- Agricultură;
- Sectorul folosința terenurilor, schimbarea folosinței terenurilor și silvicultură;
- Deșeuri.

Fiecare sector de activitate contribuie cu un anumit procent din totalul emisiilor poluante, sectorul cu cea mai mare pondere fiind cel al energiei, urmat de agricultură, procese industriale, deșeuri și utilizarea solvenților și a altor produse.

În figura 2 se observă grafic diferențele înregistrate până în anul 2011 comparativ cu anul 1990. Se observă o reducere semnificativă de emisii poluante în sectorul energie, dar și o creștere în sectorul deșeurilor.

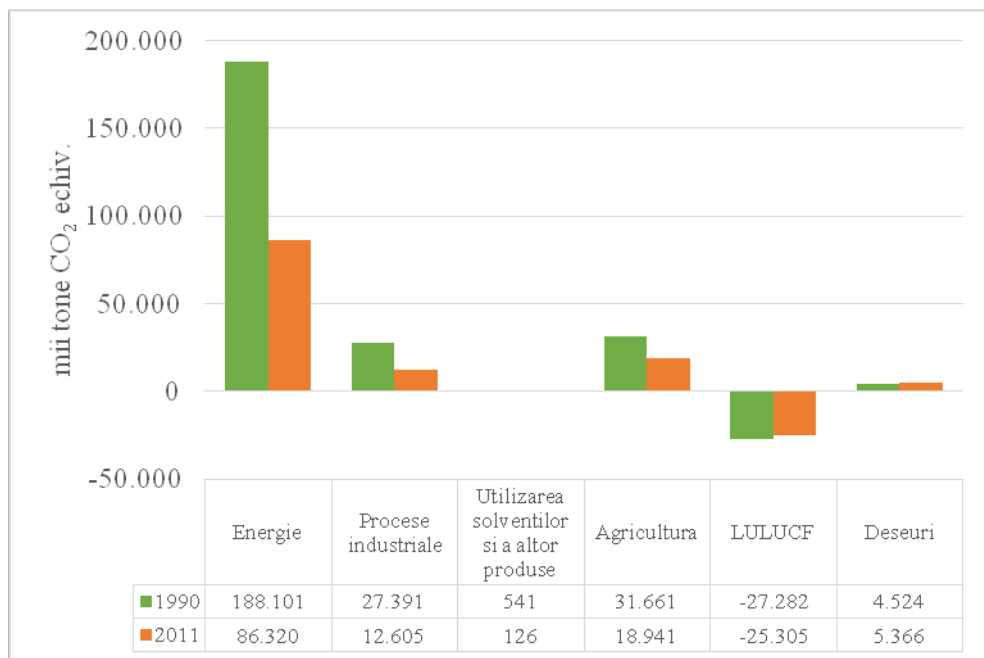


Fig. 2. Evoluția reducerilor de gaze cu efect de seră pe sectoare de activitate pentru perioada 1990-2011

(Sursă: Agenția Națională pentru Protecția Mediului, date prelucrate de autor)

Evoluția emisiilor poluante pe fiecare sector de activitate pentru perioada 1990-2011 este reprezentată grafic în figura 3. Raportat la anul 2011 România a înregistrat o reducere a emisiilor poluante de 31,09%, peste valoarea de 20% asumată pentru anul 2020. Reducerile masive de emisii poluante s-au datorat în mare parte perioadei post decembriste urmată de închiderea activității în multe sectoare din industrie, a migrației populației către alte țări, a crizei economice din perioada 2008 – 2012 și a măsurilor implementate ca urmare a Protocolului de la Kyoto și a aderării la UE.

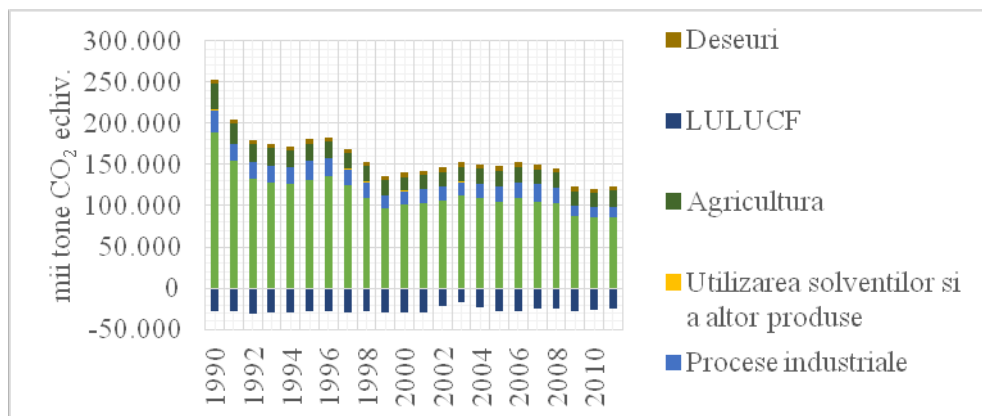


Fig. 3. Evoluția emisiilor de gaze cu efect de seră pe sectoare de activitate
(Sursă: Agenția Națională pentru Protecția Mediului, date prelucrate de autor)

Creșterea economică înregistrată de România din anul 2012 și până în anul 2016, precum și creșterile economice previzionate până în anul 2020 vor fi urmate de creșteri ale emisiilor poluante. În figura 4 este prezentată evoluția limită maximă a emisiilor poluante pentru perioada 2012-2020, considerând o creștere continuă pentru fiecare an și raportat la limita maximă admisă pentru anul 2020. Valorile emisiilor pot avea ușoare fluctuații, dar cu condiția ca valoarea din anul 2020 să nu depășească 201774 mii tone CO₂ echivalent.

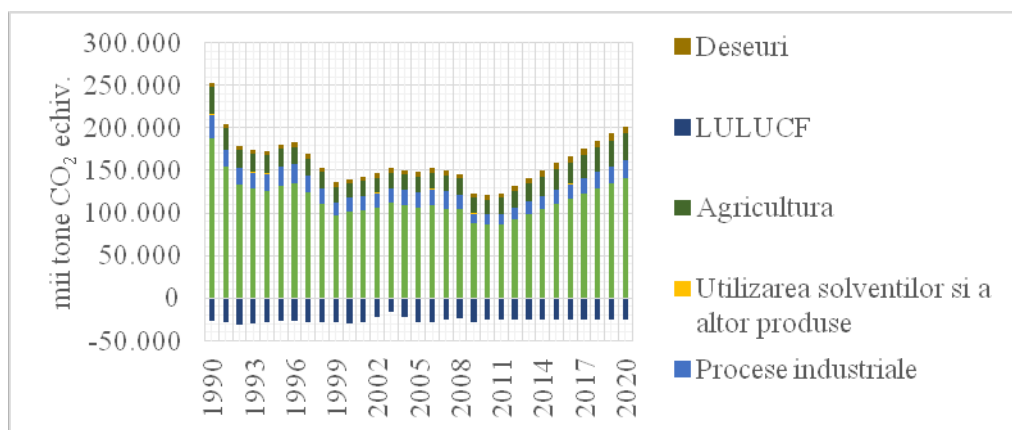


Fig. 4. Evoluția emisiilor de gaze cu efect de seră din România pe sectoare de activitate

(Sursă: Agenția Națională pentru Protecția Mediului, date prelucrate de autor)

Ponderea cea mai mare a emisiilor poluante este reprezentată de sectorul energie; pentru reducerea emisiilor poluante datorate acestui sector este necesară adoptarea măsurilor de producere a energiei din surse regenerabile și nepoluante.

2.2. Creșterea la 24% a ponderii energiei produse din surse regenerabile în consumul final brut

Energia regenerabilă considerată de UE este reprezentată de energia eoliană, energia solară, energia apei, energia geotermală sau energia din biomasă.

România și-a asumat o țintă de creștere la 24% a ponderii energiei din surse regenerabile în consumul final brut. Ținta de 24% este compusă din sectorul transporturi și sectorul energie electrică, sectorul transporturi având asumată ținta de 10%, iar sectorul energie electrică de 38%.

Un alt sector pentru care România trebuie să ia măsuri de creștere a ponderii energiei produse din surse regenerabile este cel al combustibilului consumat pentru încălzire și răcire, însă pentru acest sector nu este fixată o țintă.

Evoluția din ultimii ani plasează România în anul 2014 pe locul 9 în UE privind ponderea energiei obținută din surse regenerabile. În figura 5 se evidențiază grafic evoluția ponderii energiei din surse regenerabile în consumul final brut pentru perioada 2004-2014.

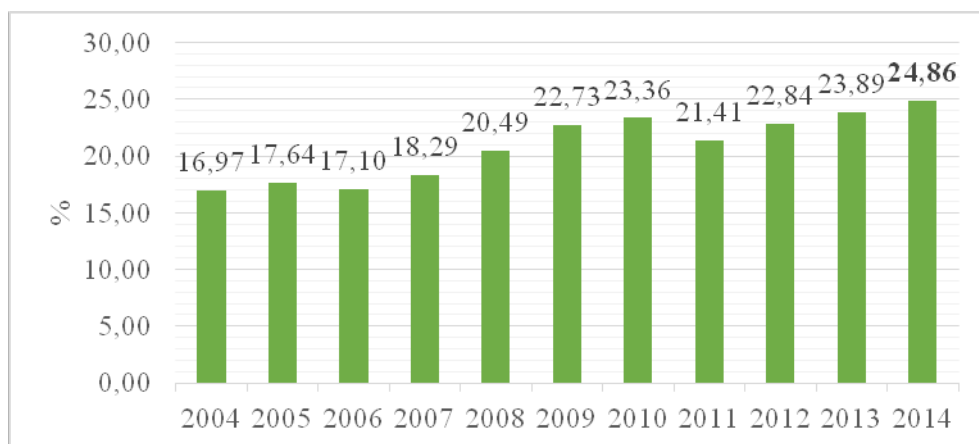


Fig. 5. Evoluția ponderii energiei din surse regenerabile în consumul final brut
(Sursă: EUROSTAS, date prelucrate de autor)

La nivel de sectoare, România a îndeplinit până la 1 ianuarie 2014 doar unul din cele două obiective asumate, și anume a înregistrat o pondere 41,68% pe sectorul electricitate față de 38% cât este ținta pentru anul 2020, însă sectorul transporturi a înregistrat o pondere de doar 3,83%, ținta până în anul 2020 fiind de 10%.

Evoluția ponderii pe sectoare este evidențiată grafic în figura 6, de unde se observă creșterile semnificative din sectorul electricitate.

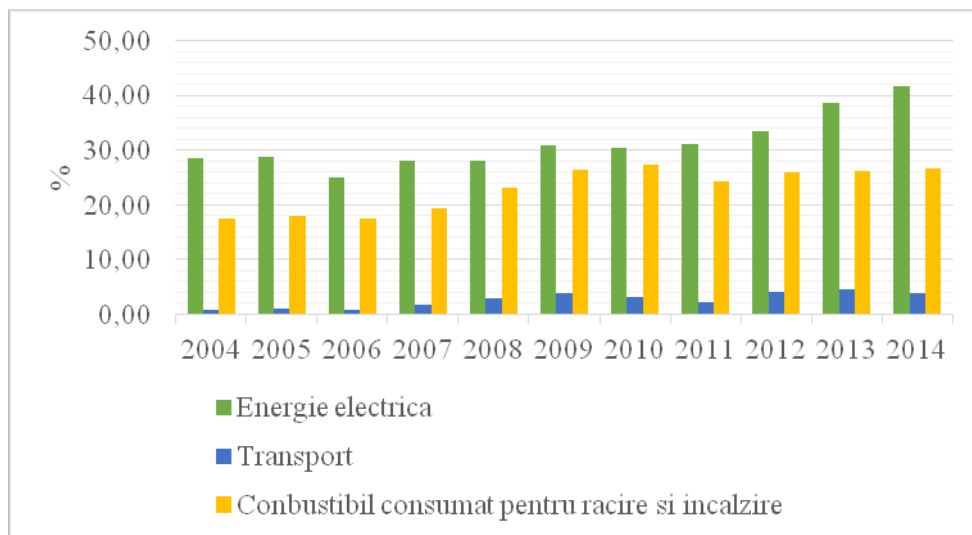


Fig. 6. Evoluția ponderii energiei din surse regenerabile în consumul final brut (Sursă: EUROSTAS, date prelucrate de autor)

Sectorul transporturi prezintă o creștere de doar 2,84% față de anul de referință 2005, ceea ce reprezintă o creștere de doar 0,31% pe an. Menținând acest ritm de creștere, România va înregistra la nivelul anului 2020 un procent de doar 5,40%, mult sub obiectivul asumat. Pentru îndeplinirea obiectivului este necesară așadar implementarea unor măsuri urgente privind strategia energetică în transport.

2.3. Creșterea eficienței energetice cu 19%, față de consumul previzionat în anul 2007 pentru anul 2020

Al treilea obiectiv asumat de România prin “Strategia Europa 2020” este reprezentat de creșterea eficienței energetice cu 19% exprimată ca reducere a consumului de energie primară cu 19%, față de consumul previzionat în anul 2007 pentru anul 2020, rezultând un consum de energie primară brută și energie finală de 43 milioane TEP, respectiv 30 milioane TEP în anul 2020.

În figura 7 este reprezentată evoluția consumului de energie primară și finală pentru perioada 2000-2014, de unde se observă că, începând cu anul 2008, datorită crizei economice, s-a înregistrat o scădere a consumului de energie primară și finală. Pe fondul situației economice actuale, de creștere economică, cantitatea de energie primară consumată va urma un trend crescător, fiind necesare măsuri de stabilizarea și eventual de reducere a procentului de creștere anuală, pentru a nu depăși ținta de 43 milioane TEP asumată pentru anul 2020.

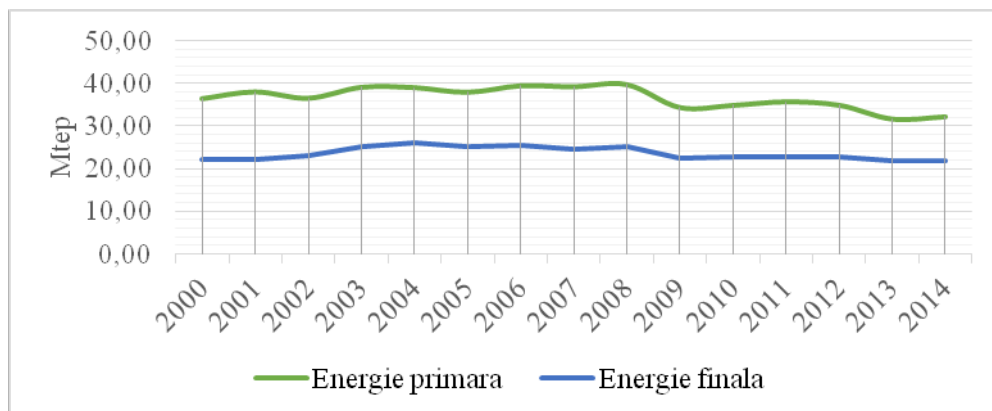


Fig.7 Evoluția consumului de energie în România
(Sursă: Institutul Național de Statistică a României)

Consumul de energie din România se împarte în mai multe sectoare: industrie, transport, consum populație, agricultura-silvicultură și alte ramuri ale economiei. În figura 8 se evidențiază grafic evoluția consumului de energie pe sectoare de activitate. Începând cu jumătatea anului 2008 consumul de energie datorat populației a trecut pe locul 1, datorită crizei economice pornite în anul 2008 care a afectat grav sectorul industrial. O altă evoluție deloc încurajatoare, neafectată de criza economică, este cea a sectorului transporturi, care prezintă un consum de energie în continuă creștere, fapt care determină și o creștere a emisiilor poluante datorate transportului.

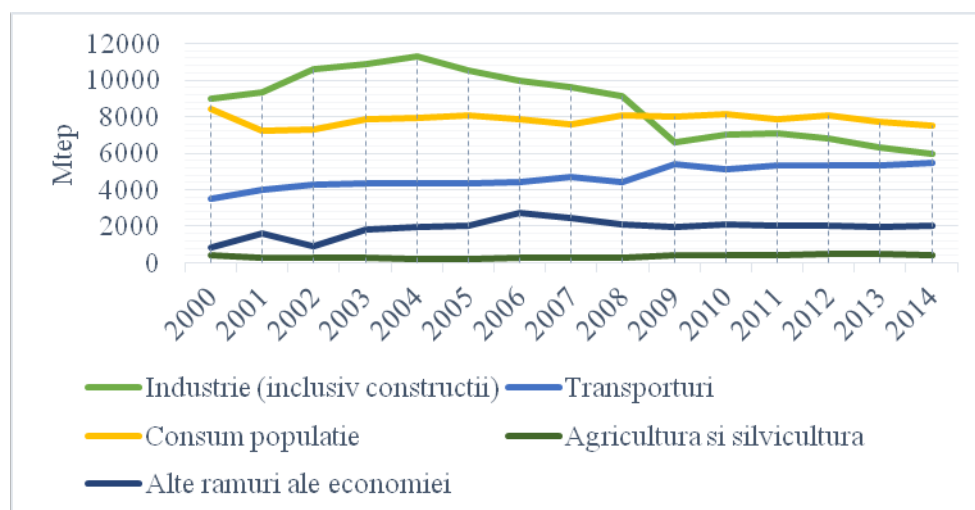


Fig.8 Evoluția consumului de energie finală pe sectoare în România
(Sursă: Institutul Național de Statistică a României)

La nivelul anului 2014 România se încadrează în ținta asumată pentru anul 2020. Cu toate acestea este necesar să se continue implementarea și îmbunătățirea măsurilor privind eficiența energetică pentru a nu depăși ținta asumată pentru anul 2020.

3. Rezultate cantitative, calitative și interpretări

Ca urmare a analizării stadiului implementării în România a obiectivelor asumate prin “Strategia Europa 2020”, s-a constatat că, în mare parte, obiectivele asumate de țara noastră sunt îndeplinite.

Obiectivul *de reducere cu 20% a emisiilor de gaze cu efect de seră în raport cu anul 1990* este atins de România, la nivelul anului 2011 înregistrându-se o reducere de 51,09% a emisiilor poluante.

Obiectivul *de creștere la 24% a ponderii energiei din surse regenerabile în consumul final brut* a fost îndeplinit parțial. La nivel de sectoare, România a îndeplinit până la 1 ianuarie 2014 doar unul din cele două obiective asumate și anume a înregistrat o pondere 41,68% pe sectorul electricitate față de 38% cât este ținta pentru anul 2020, însă sectorul transporturi a înregistrat o pondere de doar 3,83%, ținta până în 2020 fiind de 10%.

Obiectivul *de creștere a eficienței energetice cu 19% exprimată ca reducere a consumului de energie primară cu 19%, față de consumul previzionat în 2007 pentru anul 2020* înregistrează în anul 2014 un consum de energie primară și finală de 32,17 milioane TEP, respectiv 21,77 milioane TEP, de unde rezultă că România este sub limita maximă asumată. Cu toate acestea este necesar să se continue implementarea și îmbunătățirea măsurilor privind eficiența energetică pentru a nu depăși ținta asumată pentru anul 2020.

4. Concluzii și dezvoltări ulterioare

Obiectivul *de reducere cu 20% a emisiilor de gaze cu efect de seră în raport cu anul 1990* a fost atins de România, la nivelul anului 2011 înregistrându-se o reducere de 51,09%. Ponderea cea mai mare a emisiilor poluante este reprezentată de sectorul energie, iar pentru reducerea emisiilor poluante este necesară adoptarea măsurilor de producere a energiei din surse regenerabile și nepoluante.

România și-a asumat o țintă *de creștere la 24% a ponderii energiei din surse regenerabile în consumul final brut*. Ținta de 24% este compusă din sectorul transporturi și sectorul energie electrică, sectorul transporturi având ținta 10%, iar sectorul energie electrică de 38%. Evoluția din ultimii ani plasează România în anul 2014 pe locul 9 în UE privind ponderea energiei obținută din surse regenerabile. La nivel de sectoare, România a îndeplinit până la 1 ianuarie 2014 doar unul din cele două obiective asumate, și anume a înregistrat o pondere de 41,68% pe sectorul electricitate față de 38% cât este ținta pentru anul 2020, însă sectorul transporturi a înregistrat o pondere de doar 3,83%, ținta până în anul 2020

fiind de 10%. Sectorul transporturi prezintă o creștere de doar 2,84% față de anul de referință 2005, ceea ce înseamnă o creștere de doar 0,31% pe an. Menținând acest ritm de creștere, România va înregistra la nivelul anului 2020 un procent de doar 5,40%, mult sub obiectivul asumat. Pentru îndeplinirea obiectivului este necesară implementarea unor măsuri urgente privind strategia energetică în transport.

Al treilea obiectiv asumat de România prin “Strategia Europa 2020” este reprezentat de *creșterea eficienței energetice cu 19% exprimată ca reducere a consumului de energie primară cu 19%, față de consumul previzionat în anul 2007 pentru anul 2020*, rezultând un consum de energie primară brută și energie finală de 43 milioane TEP, respectiv 30 milioane TEP în anul 2020. Începând cu jumătatea anului 2008, consumul de energie datorat populației a trecut pe locul 1, datorită crizei economice declanșate în anul 2008 care a afectat grav sectorul industrial. O altă evoluție deloc încurajatoare, neafectată de criza economică, este cea a sectorului transporturi, care prezintă un consum de energie în continuă creștere, fapt ce determină și o creștere a emisiilor poluante datorate transportului. La nivelul anului 2014, România se încadrează în ținta asumată pentru anul 2020, înregistrând un consum de energie primară și finală de 32,17 milioane TEP, respectiv 21,77 milioane TEP. Cu toate acestea este necesar să se continue implementarea și îmbunătățirea măsurilor privind eficiența energetică pentru a nu depăși ținta asumată pentru anul 2020.

Ca urmare a evoluției avute în perioada 1990-2014, România își va îndeplini majoritatea obiectivele asumate, mai puțin obiectivul asumat pentru sectorul transporturi.

BIBLIOGRAFIE

1. Directiva 2012/27/UE a Parlamentului European și a Consiliului din 25 octombrie 2012 privind eficiența energetică.
2. Strategia energetică a României pentru perioada 2007-2010, actualizată pentru perioada 2011-2020
3. <http://www.carbonsolutionsglobal.com/centrul-de-cunostinte/amprenta-de-carbon/gazele-cu-efect-de-sera>
4. Planul Național de Acțiune în Domeniul Energiei din Surse Regenerabile (PNAER), București 2010
5. Eficiența energetică – prioritate pentru România, Emil Calotă, PhD., București, iunie 2015

Clădiri de patrimoniu. Importanța studierii fenomenelor higrotehnice la nivelul infrastructurii

Diana-Andreea Clim (Clim-Pegescu),

doctorand, Facultatea de Construcții și Instalații, dianacim@yahoo.com

Rezumat

Obiectivul principal al lucrării este acela de a pune în evidență necesitatea studierii fenomenelor de umiditate și ascensiune capilară care se manifestă la nivelul infrastructurii clădirilor de patrimoniu. Studiul subliniază faptul că o umiditate ridicată la nivelul fundațiilor și pereților de subsol, influențează caracteristicile materialelor care compun elementele de construcție ale suprastructurii.

Cuvinte cheie: umiditate; ascensiune capilară; infrastructură; zidărie; clădiri de patrimoniu.

1. INTRODUCERE

Conservarea clădirilor de patrimoniu reprezintă o prioritate întrucât marchează momente unice în evoluția tehnicii, culturii și civilizației unui popor. Așa cum piramidele din Giza, palatele și templele din Grecia, citadela incașă din Peru, mausoleul Taj Majal din India și celelalte edificii grandioase ale lumii “relatează” povestea evoluției umane, în aceeași manieră clădirile de patrimoniu vor “scrie” istoria civilizației actuale, fiind principala moștenire lăsată urmașilor.

Având în vedere importanța conservării patrimoniului construit și numărul limitat de studii efectuate în acest sens în România, se conturează necesitatea aprofundării studiilor asupra comportării elementelor de construcție la acțiunea apei. Acest fapt va conduce la îmbunătățirea sistemelor de reabilitare higrotehnică, adoptate până în prezent.

1.1. Materiale și tehnologii utilizate la realizarea clădirilor istorice

Principalele materiale utilizate la realizarea clădirilor istorice, în țara noastră, sunt piatra, argila și lemnul. Aceste materiale au fost ușor de procurat pe plan local de-a

lungul timpului iar punerea lor în operă presupunea o tehnologie cunoscută breslelor meșteșugărești de zidari.

Piatra putea fi utilizată în formă brută sau cioplită, pentru realizarea elementelor de rezistență, cum ar fi fundațiile, pereții de subsol, soclurile, stâlpii, arcele, contraforții sau coloanele. În România, pietrele folosite în mod curent erau de natură calcaroasă sau silicoasă (gresii, granit). Zidurile erau alcătuite din blocuri de piatră cu dimensiuni diferite, solidarizate cu mortar de var gras sau hidraulic și nisip [1].

Un alt material folosit în realizarea clădirilor de patrimoniu în România era argila. Blocurile ceramice pentru zidării erau realizate din argilă arsă, având diferite caracteristici de porozitate, în funcție de compoziția argilelor, temperatura de ardere și tehnologia de prelucrare. Blocurile ceramice erau utilizate pentru realizarea pereților de închidere și compartimentare la nivelul suprastructurii și, în unele cazuri, pentru realizarea pereților infrastructurii.

Atât în cazul pietrei cât și în cazul blocurilor ceramice, degradările sunt cauzate de acțiuni fizice, chimice sau biologice, având ca principală cauză umiditatea.

Cunoscând comportarea principalelor materiale la acțiunea apei, meșterii zidari foloseau ca tehnică de construcție utilizarea zidărilor din materiale poroase, dar eficiente energetic, la nivelul suprastructurii și zidării din materiale compacte (granit, cremene), la nivelul infrastructurii [2]. Această metodă s-a dovedit a nu fi suficientă pentru protejarea elementelor de construcție la acțiunea apei, întrucât majoritatea edificiilor protejate au suferit degradări cauzate de umiditate. Prezența umidității se datorează ascensiunii capilare, infiltrațiilor de apă meteorică prin elementele de închidere sau neîngrijirii corespunzătoare a sistemelor de îndepărtare a apelor pluviale.

1.2. Umiditatea și sursele umidității

Umiditatea este un fenomen care se datorează prezenței apei în elementele de construcție (figura 1). Acest aspect poate fi influențat de infiltrațiile de apă de la rețelele degradate, de apa tehnologică provenită din procesele de execuție a consolidării cu elemente de confinare din beton armat sau de prezența apelor meteorice colectate defectuos.



Fig. 1. Fațade afectate de umiditate [<http://acs.org.ro/ro/sos-patrimoniu/>]

Sursele umidității sunt: apele meteorice; pătrunderea apei prin pereții exteriori, datorită acțiunii vântului; gelivitatea și acțiunea agenților chimici din atmosferă; ploaia care ricoșează; condensul; vaporii de apă din atmosferă; ascensiunea capilară; diferențele de potențial electric. Dintre toate aceste surse, cauza majoră a prezenței umidității în elementele de construcție ale clădirilor de patrimoniu este ascensiunea capilară.

În unele cazuri, elementele de construcție de la nivelul infrastructurii sunt în contact direct cu apa subterană, datorită unor cauze accidentale sau modificării nivelului hidrostatic al pânzei freatice. În alte cazuri, apa ajunge la elementele structurale prin acțiunea forțelor capilare, care sunt invers proporționale cu diametrul granulelor solului și diametrul porilor.

Ascensiunea capilară este influențată de variațiile de temperatură și de concentrația de săruri din apă sau din elementele de construcție. Capacitatea de absorbție a cărămidii este mai mare, decât cea a mortarului, fapt care facilitează ascensiunea capilară în pereții realizați din zidărie de cărămidă. În cazul blocurilor de piatră, având porozitatea naturală mai mică, ascensiunea capilară este redusă, singurul mijloc al apei de a ajunge la suprafața elementelor, fiind ascensiunea prin straturile de mortar.

Nivelul atins de umiditate, în cazul zidăriilor, este influențat și de grosimea zidului, poziția acestuia în cadrul construcției, grosimea elementelor pentru zidărie și de agenții agresivi, la care este expus elementul.

În ceea ce privește ascensiunea capilară datorită forțelor electro-osmozei este cunoscut faptul că acest fenomen e generat de diferențele de potențial electric produse între straturile terenului de fundare și zidăria de la nivelul terenului natural. Acest fenomen este influențat atât de factorii fizico-chimici cât și de cantitatea și calitatea apei din teren.

Lipsa studiilor amănunțite în acest domeniu de cercetare face ca factorii și modul în care aceștia influențează fenomenul electro-osmozei să nu fie pe deplin cunoscuți.

O ipoteză referitoare la menținerea umidității în zidării este aceea că, prin caracteristica diferenței de potențial electric, cantitatea de apă care se poate evapora din zid, prin diferite procese de uscare, aceeași cantitate poate ascede din sol în zid, acesta rămânând mereu umed, indiferent de factorii exteriori [2].

Efectele umidității în zidăriile clădirilor de patrimoniu sunt extrem de dăunătoare, generând degradarea materialelor și a elementelor de construcții, modificarea condițiile de microclimat, ineficiența sistemelor de reabilitare termică aplicate elementelor de închidere, modificarea caracteristicilor mecanice ale zidăriilor, degradarea elementelor decorative ș.a..

2. METODOLOGIA CERCETĂRII

Lucrarea sintetizează o serie de aspecte care definesc stadiul actual al cunoașterii în domeniul fenomenelor higrtermice, constatate la clădirile de patrimoniu. Având în vedere caracterul documentar al lucrării, metodologia cercetării are la bază analiza morfologică. Această metodă constă în analizarea unui subiect riguros definit în literatura de specialitate și descompunerea lui la nivel de elemente principale de formă, pentru a genera noi direcții de cercetare.

2.1. Metode de investigare a umidității

Pentru înțelegerea fenomenelor higrtermice se investighează transferul de căldură, transferul de masă, caracteristicile fizico-chimice ale elementelor de construcție și condițiile de microclimat interior.

În ceea ce privește difuzia vaporilor de apă și fenomenul de transfer de căldură, acestea se pot studia, fie prin metode de simulare numerică, cu ajutorul programelor de calcul SAP, ALGOR, ANSYS, RDM ș.a., fie cu ajutorul termografiei în infraroșu [5].

Pentru determinarea umidității din zidării, se studiază comportarea materialelor care compun zidăria, comportarea zidurilor la acțiunea apei, gradul de umiditate, umiditatea aerului interior și fenomenul de apariție a condensului.

Măsurarea umidității zidăriilor se poate realiza la suprafață, 20 mm, prin metoda electrică sau metoda microundelor, ori în profunzime, 15÷20 cm, prin metoda masei și metoda carburilor [2].

Efectuând diverse experimente se poate determina capacitatea de absorbție de apă a materialelor. Această caracteristică stabilește cantitatea de apă absorbită de o probă imersată complet sau parțial în apă.

Măsurarea adsorbției de apă se poate realiza și in-situ, prin intermediul unui tub de sticlă gradat, poziționat la fața elementului de construcție, pe o zonă pregătită în prealabil. Se determină cantitatea de apă care pătrunde pe o suprafață de un centimetru pătrat de element, supusă acțiunii vântului, pe o perioadă de zece minute [2].

Condițiile de microclimat interior influențează variațiile de umiditate din elementele de construcție. Este necesar ca, în cadrul expertizei higrotermice, să se determine valori pentru umiditatea absolută a aerului interior, umiditatea relativă a aerului interior, temperatura aerului interior, temperatura fețelor elementelor de închidere, presiunea vaporilor de apă.

Toate aceste determinări pot elucida cauzele umidității și pot conduce procesul de proiectare spre unul corect, bine calculat și care să se concretizeze prin adoptarea unor metode optime de reabilitare higrotermică. Misiunea cea mai dificilă în procesul de reabilitare higrotermică le revine experților tehnici și proiectanților, deoarece ei sunt cei care trebuie să găsească cele mai bune soluții, luând în considerare caracteristicile fundamentale ale teoriei restaurării: compatibilitate, durabilitate și reversibilitate [6].

3. REZULTATE CANTITATIVE, CALITATIVE ȘI INTERPRETĂRI

3.1. Stadiul actual de cercetare și cunoaștere a problemelor legate de umiditate

S-au realizat numeroase studii cu privire la metodele și soluțiile de reabilitare higrotermică a clădirilor protejate. Acestea pot fi grupate în trei categorii fundamentale, care se pot aplica separat sau simultan: ventilarea zonelor afectate de umiditate, prevederea de bariere fizice sau chimice și eliminarea umidității, cu ajutorul tehnologiilor de drenare sau prin metoda electro-osmozei [2].

Așa cum s-a arătat în prima parte a studiului, cauza principalelor degradări ale clădirilor de patrimoniu este umiditatea. Indiferent de sursa acesteia, degradările elementelor de construcție se produc și reapar, de cele mai multe ori, și după reabilitarea clădirilor. Aspectul acesta se poate datora faptului că problema nu s-a studiat îndeajuns, după cum o arată și autorul studiului “Rising damp removal from

historical masonries: A still open challenge”, Elisa Franzoni, membră a Universității Tehnice din Bologna, Italia.

Pe plan internațional, în ciuda efortului depus pentru înțelegerea fenomenelor higrotermice care afectează clădirile de patrimoniu, problema ascensiunii capilare rămâne una neelucidată complet.

3.2. Soluții de diminuare a umidității

Principalele soluții de îndepărtare a umidității, în cazul clădirilor de patrimoniu, pot fi sintetizate în metode de îndepărtare a apelor subterane, meteorice și pluviale, metode de blocare a ascensiunii capilare, metode de ventilare naturală a elementelor de construcție și metode bazate pe principiul electro-osmozei [3].

Metodele de îndepărtare a apelor subterane constau în realizarea unor drenuri orizontale sau verticale care să coboare nivelul hidrostatic al pânzei freatice, astfel încât elementele de construcție să nu mai fie în contact cu apa.

Metodele de sistematizare verticală presupun realizarea, pe întreg perimetrul construcției, a unor trotuare late, având pantă de scurgere și fiind prevăzute cu rigole de preluare a apelor pluviale. Acestea vor fi dirijate în sistemul de canalizare, evitându-se astfel infiltrațiile de apă la elementele în contact cu solul.

De asemenea, jgheburile și burlanele clădirilor de patrimoniu se înlocuiesc iar apele pluviale se dirijează în sistemul de canalizare. Burlanele se vor prevedea cu bazine de preaplin, evitându-se scurgerile accidentale de apă pe fațadele protejate.

Metodele de împiedicare a ascensiunii capilare pot fi mecanice, fizico-chimice și chimice. O soluție propusă uzual este aceea de a insera sub prima asiză de zidărie o barieră hidrofobă, cu scopul de a împiedica ascensiunea capilară în zidărie. Această metodă presupune fie tăierea zidului la partea inferioară, fie subzidirea. Ambele procedee sunt laborioase, costisitoare și s-a demonstrat că pot afecta comportarea clădirilor la acțiuni seismice.

În ultima perioadă s-au elaborat mai multe metode de impermeabilizare cu substanțe chimice a zidărilor, creând astfel un brâu hidrofob la partea inferioară a zidurilor. Substanțele folosite sunt realizate din rășini polimerice, cimenturi osmotice, geluri siliconice ș.a. Tehnologia de execuție presupune injectarea, cu sau fără presiune, a substanței în zid sau pulverizarea emulsiei pe fețele zidului, realizându-se astfel o peliculă hidrofobă.

În ciuda promovării acestui tip de produse, de către producători, metoda este încă în stadiu de cercetare, întrucât testele efectuate pentru determinarea comportării în timp sunt fie neconcludente, fie nefavorabile, în cazul majorității obiectivelor studiate.

Metoda electro-osmozei presupune utilizarea curentului electric în vederea dezumidificării zidărilor. Prin diverse tehnologii brevetate, se inversează polii, creându-se astfel un circuit invers al apei: apa din elementele de construcție coboară în sol și, spun producătorii, rămâne acolo, câtă vreme sistemul electric funcționează. Această metodă nu a fost aplicată frecvent în România la clădirile de patrimoniu, făcând dificilă aprecierea fezabilității tehnologiei.

În concluzie, conform literaturii de specialitate, o metodă sigură de hidrofobizare a zidărilor și de împiedicare a ascensiunii capilare nu este garantată. Studiile au arătat că, deși majoritatea tehnologiilor au potențial mare de reușită, metoda de punere în operă nu este întotdeauna optimă. În cadrul monitorizării efectelor hidrofobizării, concluziile sunt incerte.

3.3. Considerații cu privire la expertizarea și proiectarea reabilitării clădirilor de patrimoniu

Intervențiile structurale asupra clădirilor de patrimoniu influențează variațiile de umiditate în elementele de construcții, prin utilizarea unor tehnologii care presupun procese umede, cum ar fi introducerea de beton sau mortar proaspăt în masa zidărilor.

În vederea unei proiectări judicioase, este necesară, pe lângă expertiza structurală, expertiza higrotehnică, în care să se investigheze gradul de umiditate din elementele de construcții, atât în stare naturală, cât și după intervențiile recomandate.

De asemenea, soluțiile de reabilitare structurală trebuie corelate cu cele de reabilitare higrotermică și de reabilitare a instalațiilor, întrucât clădirile de patrimoniu să fie date în exploatare, îndeplinind toate exigențele de performanță stabilite de lege. Este foarte importantă precizarea în proiectul tehnic a condițiilor de exploatare, în funcție de destinația pe care clădirea reabilitată o satisface, subliniind exigențele de microclimat interior (temperatura aerului interior, umiditatea relativă a aerului interior, rata ventilării etc.).

Totodată, trebuie avută în vedere reabilitarea întregii zone protejate, nu numai a clădirilor cărora li s-a atribuit calitatea de monument istoric, recreându-se astfel integritatea plastică, culturală, arhitecturală și istorică a amplasamentului.

Protejarea clădirilor de patrimoniu asigură “conservarea identității culturale locale”, precizând diverse stadii de dezvoltare ale materialelor și tehnicilor de construcție, de-a lungul timpului [4].

3.4. Studii de caz

Un studiu efectuat asupra Teatrului Național “Vasile Alecsandri” din Iași (figura 2) a scos în evidență faptul că valorile medii ale umidității în elementele de construcție erau cuprinse între 5 și 15%. Principalele surse ale umidității erau datorate pierderilor de apă din rețeaua de canalizare a orașului și existenței apelor subterane provenite din pânza freatică, nepreluate corespunzător, cu un sistem de drenare. În cadrul studiului, s-a arătat, prin experimente elaborate, efectuate în decursul a doi ani, că soluția de hidrofobizare a zidărilor, utilizând doar bariere chimice, nu este suficientă [7].



Fig. 2. Teatrul Național “Vasile Alecsandri” din Iași [<http://www.bzi.ro/>]

În cadrul altei lucrări de cercetare este prezentat palatul baroc din Ludwigsburg (figura 3), asupra căruia s-au adoptat ca măsuri de reabilitare higrotermică, montarea de tuburi Knapen, pentru ventilare, bariere chimice și electro-osmoza pasivă. Însă, în ciuda eforturilor depuse, soluțiile de intervenție nu au dat rezultatele scontate, ba chiar s-au înregistrat creșteri ale nivelului umidității și apariția de eflorescențe pe pereții construcției.



Fig. 3. Palatul Ludwigsburg, Stuttgart [<http://blogvacanta.blogspot.ro>]

Tot în studiul amintit anterior, se afirmă că mai bine de jumătate dintre reabilitările realizate în Belgia se datorează fenomenelor higrotermice, autorul subliniind faptul că problema umidității clădirilor de patrimoniu este dezbătută la nivel mondial [3].

În România, datorită bugetului mare, pe care îl presupun soluțiile de dezumidificare și a faptului că încă nu s-a brevetat o soluție garantată de îndepărtare a umidității, beneficiarii clădirilor de patrimoniu neglijează acest aspect, concentrându-se pe reabilitarea structurală și arhitecturală a edificiului. Însă, după scurt timp, degradările cauzate de umiditate reapar și procesul de reabilitare trebuie reluat. Acest fapt se datorează modului în care s-a intervenit asupra construcției: s-au îndepărtat efectele umidității (degradările), dar nu și cauza acesteia (sursa umidității).

4. CONCLUZII ȘI DEZVOLTĂRI ULTERIOARE

Așa cum s-a prezentat anterior, aplicarea unei singure metode de dezumidificare și hidrofozare a zidărilor nu este suficientă. În acest sens, trebuie depuse eforturi în cercetare, pentru crearea unui sistem de hidrofozare, compus din mai multe tehnologii, care, conlucrând, să creeze acea barieră hidrofozantă.

De asemenea trebuie subliniată influența elementelor de construcție de la nivelul infrastructurii, asupra elementelor din elevație. Numeroase proiecte tratează superficial acest aspect, acordând o importanță deosebită elementelor care “se văd” nu și celor “ascunse”. Adevărata sursă a umidității este la nivelul infrastructurii, luând în considerare că majoritatea clădirilor de patrimoniu au fost prevăzute cu subsol sau demisol. Totodată, nivelurile inferioare trebuie exploatate, prin crearea de spații pentru parcaje, restaurante, săli de expoziție etc.

Indiferent de metoda sau tehnologia adoptată pentru reabilitarea higrotermică a clădirilor de patrimoniu, acestea trebuie monitorizate în timp. Cu cât se constată mai devreme nefuncționarea, funcționarea parțială sau deteriorarea sistemului aplicat, cu atât mai ușor decurge remedierea defectelor.

Tema studiată constituie o provocare la nivel mondial, deoarece, în numeroase studii de caz, s-a constatat că metodele și soluțiile aplicate nu au fost pe deplin înțelese, fapt care a condus la nefuncționarea lor.

Așadar, scopul prezentei lucrări este acela de a sublinia importanța reabilitării higrotermice la nivelul infrastructurii clădirilor de patrimoniu, întrucât aceasta este o condiție esențială pentru funcționarea întregului sistem de reabilitare higrotermică.

În studiile viitoare se va încerca o perfecționare a tehnologiilor aplicate prin crearea unui sistem complet de soluții, în vederea reabilitării higrotermice a clădirilor de patrimoniu.

BIBLIOGRAFIE

1. [1] M. Niculiță; Liviu Groll: *Consolidarea clădirilor de patrimoniu*, Editura Societații Academice “Matei- Teiu Botez”, Iași, 2007;
2. [2] Prof. dr. ing. A. Frattari; Lect. dr. ing. R. Albatici; trad. Prof. dr. ing. Mariana Brumar; Asist. ing. S. Palacean: *Umiditatea în elementele de zidărie*- Modul de curs nr. 2, Universitatea Tehnică din Cluj- Napoca, 2005;
3. [3] Elisa Franzoni: “ *Rising dump removal from historical masonries: A still open challenge*”, Universitatea Tehnică din Bologna, Italia, 2014;
4. [4] Prof. dr. arh. Rodica Crișan: *Reabilitarea patrimoniului construit*- Note de curs, Facultatea de Arhitectură, București, 2015;
5. [5] Prof. dr. ing. A. Radu; Prof. dr. ing. Irina Bliuc: “*Utilitatea metodelor moderne de investigare a fenomenelor higrotermice în proiectarea lucrărilor de consolidare la monumente istorice*”, Universitatea Tehnică “Gh. Asachi” din Iași, Iași;
6. [6] Dorina Sucala: “*Principii și metode de reabilitare a suprastructurii clădirilor din zidărie*”, A XIII-a Conferință Națională Multidisciplinară, Sebeș 2013;
7. [7] ing. Alina Cobzaru; dr. ing. C. Miron; dr. fiz. Monica Cherecheș, ing. I. Pușcașu: “*Studiu privind evaluarea gradului de umiditate a elementelor de zidărie la Teatrul Național, Iași*”, INCĐ URBAN- INCERC, Sucursala Iași, Laboratorul de încercări higrotermice pe materiale și elemente de construcții.

Sisteme vitrate cu sticle speciale (passive/active) pentru valorificare energiei solare. Studiu comportament dinamic

Ioan-Cristian Cotorobai,

doctorand, Facultatea de Construcții și Instalații Iași, cotorobaiioan@gmail.com

Rezumat

În efortul de valorificare eficientă a energiei solare s-au conturat două mari direcții de cercetare: a. sisteme de cogenerare energie electrică & energie termică cu concentratoare de joasă și înaltă temperatură (CPVLT, CPVHT); b. integrarea în anvelopa clădirii a unor componente de valorificare pasivă/activă a energiei solare: exemplu: diferite sticle inteligente active, cu caracteristici speciale: Thermochromice (TC), Thermotropice (TT), Electrochromice (CE), Heliotrope (HE). Unele dintre acestea: prezintă teoretic un potențial de reducere semnificativă a cererii de energie în clădiri: pot controla în mod pasiv și/sau activ transmitanța luminoasă și energetică; pot valorifica activ surplusul de energie solară. Exploatarea în condiții dinamice a clădirilor deservite de astfel de sticle a reliefat faptul că nu toate pot controla eficient energia solară transmisă, caz în care nu se conservă indicatorii de confort interior proiectați. În acest studiu se prezintă un extras din diverse simulări ale comportamentului dinamic al unui birou, deservit de o suprafață vitrată cu diferite sticle speciale, pentru a pune în evidență performanțele unor astfel de sticle recent dezvoltate. Instrumentele de simulare utilizate au fost: WINDOW 7, Optics, HEAT 3, TRNSYS. Rezultatele au pus în evidență, în condițiile orașului Iași: efectul nefavorabil al utilizării geamurilor Low-E în perioada verii; un comportament global pozitiv al sticlelor TC și HE.

Cuvinte cheie: sticle inteligente; integrare PV în sticle; control eficient al energiei și luminii transmise/valorificate de către suprafețele vitrate

1. INTRODUCERE

În actualul context energetic, ecologic, climatic, tehnologic asistăm la multiple schimbări de paradigmă esențiale, în diferitele domenii de interes pentru civilizația umană și inclusiv în domeniul tehnologiilor specifice clădirilor. Unele dintre aceste schimbări: trecerea de la era "combustibilului carbon" la era combustibilului "hidrogen"; creșterea vitezei de implementare a sistemelor de generare a energiei care utilizează resurse regenerabile; migrarea dinspre sistemele de producere centralizată de energie spre cele de producere descentralizată; interconectarea surselor și creșterea rolului sistemelor de stocare în detrimentul creșterii capacității

sistemelor; schimbarea strategiilor de dezvoltare a clădirilor, de la cele eficiente energetic și economic la cele eficiente energetic, economic și ecologic.

Toate aceste schimbări au fost determinate în mare măsură de o acumulare de motive reale și proiectarea politicilor de dezvoltare în domeniu pe termen scurt, mediu și lung la Europa.

În aceste condiții, se stimulează cercetarea, inovarea și rezultatele care traduc în practică indicatorii globali de dezvoltare formalizați la nivelul UE.

În contextul celor de mai sus, în cele mai renumite laboratoare interdisciplinare de cercetare sunt în curs de dezvoltare și soluții revoluționare. Dintre acestea, în această lucrare, ne vom concentra pe sticle inteligente capabile să controleze fluxul de lumină și căldură transmisă din exteriorul clădirii la interior și invers, și anume de a exploata energia solară locală, sticle care pot răspunde astfel obiectivelor majore ale dezvoltatorilor de clădiri cu fațade de sticlă.

2. STICLE INTELIGENTE CU CONTROL AL RADIAȚIEI LUMINOASE ȘI TERMICE. IMPACTUL PERFORMANȚELOR ACESTORA ÎN PERFORMANȚELE ENERGETICE GLOBALE ALE CLĂDIRILOR

2.1. Tehnologii curente pentru sticle inteligente active.

Sticla, această materie ”mirabilă”, prezintă în diverse utilizări, încă din antichitate¹, au cunoscut în prezent o dezvoltare spectaculoasă, căpătând noi funcții și făcând apel la cele mai recente tehnologii (nanotehnologii). În prezent sticla este obligată să-și crească IQ-ul. Sticla inteligentă este o invenție a omului modern, capabilă să se comporte într-un mod controlat la modificări ale unuia sau mai multor parametri de mediu sau la cererea utilizatorilor: temperatura, radiația luminoasă, radiația termică.

Actuale tehnologii de sticlă ”inteligente” au fost dezvoltate în ultimii zece ani. Acestea folosesc un curent electric pentru a comuta sticla între modurile transparent/opac.

În această categorie intră:

- **Sticla Electrochromică.** Până nu demult a fost considerată a fi tehnologia cromogenă cea mai potrivită pentru controlul energiei în clădiri. Dispozitivele electrocromice schimbă proprietățile de transmitere a luminii, ca răspuns la creșterea tensiunii, astfel încât să permită controlul asupra cantității de lumină și căldură care trece prin ea. Fereastra electrocromică își schimbă opacitatea.
- **Hidruri.** Aceste materiale pot fi clasificate ca electrocromice, dar diferă în mai multe moduri de sticlele electrocromice convenționale. Acestea pot fi

¹ De exemplu, artizanul au fost realizate vitralii catedralelor medievale care includeau nanoparticule colorate.

transformate într-o hidrură parțial transparentă, prin injectarea de hidrogen în fază gazoasă sau solidă. Astfel, pot trece la o stare de reflexie, cu mai multe avantaje potențiale în ceea ce privește performanța energetică și durabilitatea.

- **Cristale lichide.** Ferestrele de cristal lichid trec rapid de la o stare transparentă la o stare albă difuză. Funcția primară este de a asigura intimitate și de a controla efectul de orbire ca un substitut pentru dispozitivele de umbrire convenționale. În stare difuză de cristale lichide sunt în primul rând înainte de împrăștiere astfel încât nu există un control redus asupra aportului de căldură solară.
- **Display cu particule suspendate/ *Suspended Particle Displays*.** La fel ca și electrocromicele, acestea reprezintă o tehnologie promițătoare de control a energiei. S-au raportat o serie de avantaje față de electrocromice.
- **Fotocromice/Photochromics.** Aceste materiale se întunecă sub acțiunea directă a razelor solare. Nu sunt considerate la fel de versatile ca și electrocromicele, deoarece acestea nu pot fi controlate manual și pentru că performanța energetică optimă necesită luarea în considerare a condițiilor de temperatură precum și radiația solară.
- **Termotropice/Thermotropics.** Aceste materiale răspund la variația căldurii. Acest lucru nu este la fel de versatil ca și răspunsul electrocromicelor. Lumina zilei poate avea o prioritate mai mare pentru ocupant, cel puțin temporar, în raport cu reducerea aporturilor solare.
- **Heliotrope.** Este cea mai recentă tehnologie, capabilă atât de controlul radiației luminoase cât și cel al radiației termice, în mod independent. Are încorporat în sticlă un strat de oxid de iridiu staniu și oxid de niobiu. Prin acest amestec performanța de blocare a radiației luminoase/termice crește, datorită nanostructurii materialului și a interacțiunilor sinergice, care au loc la interfața dintre componentele. Într-un comentariu al efectului obținut prin această sticlă (în "Nature") afirmă: "performanța electrocromică a compozitului este mult mai bună decât se aștepta de la o simplă sumă a absorbției optice a două componente ale sale distincte etc. Nu e $1 + 1 = 2$, este ca și cum $1 + 1 = 5$ ". "aceste ferestre au trei moduri funcționale [figura 1.a.] :

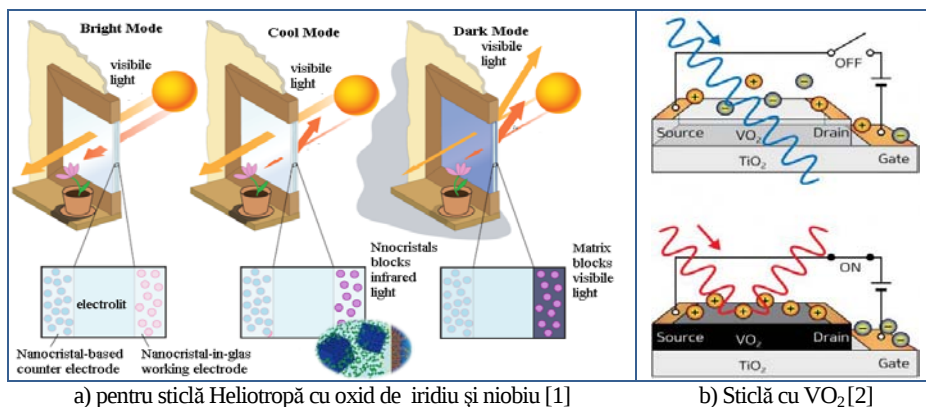


Fig. 1. Moduri de funcționare pentru sticla cu controlul dinamic al radiației luminoase și calorice

- *complet transparent* atât lumină și căldură: *modul "luminos"*;
- blocarea radiației în infraroșu (termice), în timp ce încă permite luminii vizibile să treacă: *modul "rece"* ;
- blocarea radiației termice și luminoase: *modul "întunecat"*.

Modificarea comportamentului sticlei se realizează în funcție de tensiunea aplicată acesteia sub formă de impuls (odată ce sticla își schimbă modul ea rămâne activă, deci nu trebuie să se păstreze aplicarea tensiunii în mod continuu).

2.2. Evaluarea performanțelor sticlelor speciale integrabile în clădire - o necesitate

Integrarea sticlelor speciale, cu funcții de control al radiației solare, transmise / recuperate (în raport cu domeniul spectral/lungimea de undă) în clădiri NZBE impune o cunoaștere cât mai aprofundată a comportamentului acestor sticle în condiții dinamice.

Cercetările efectuate în Universitatea Tehnică "Gheorghe Asachi" din Iași asupra factorilor care influențează performanța energetică a fațadei dublu vitraj au relevat faptul că: deși există o varietate de sticle cu funcții speciale în ceea ce privește comportamentul în raport cu radiația solară incidentă (consum redus de energie, cu control solar, control al luminii etc.), nici una dintre acestea nu are un comportament optim în orice condiții de funcționare [1]: unele sunt bune pentru iarnă, dar conduc la supraîncălzire și efectul de orbire în spațiile deservite în timpul verii; unele pot controla fluxul de lumină dar nu și pe cel de căldură care trece prin ele; unele cresc performanța lor, prin utilizarea unor sisteme de umbrire în timp ce altele sunt afectate negativ de diferite sisteme de umbrire.

În figura 2 se prezintă caracteristicile optice (conform EN 410) pentru diferite sticle, caracteristici existente în bazele de date internaționale și utilizate în programele de simulare (Opticx) a comportamentului sticlelor la impactul cu radiația solară (spectrală). Se poate observa diferența între sticlele clare, active, termocromice în raport cu procente din radiația incidentă transmise, reflectate de suprafața frontală și cea dorsală.

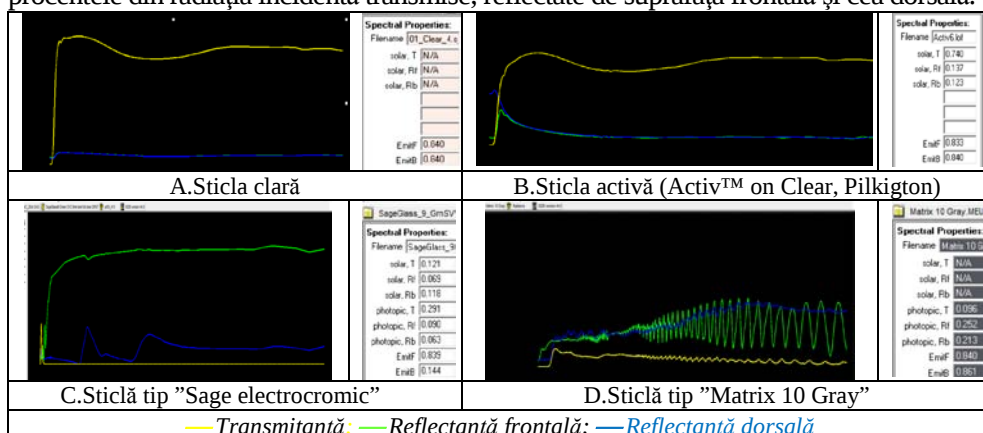
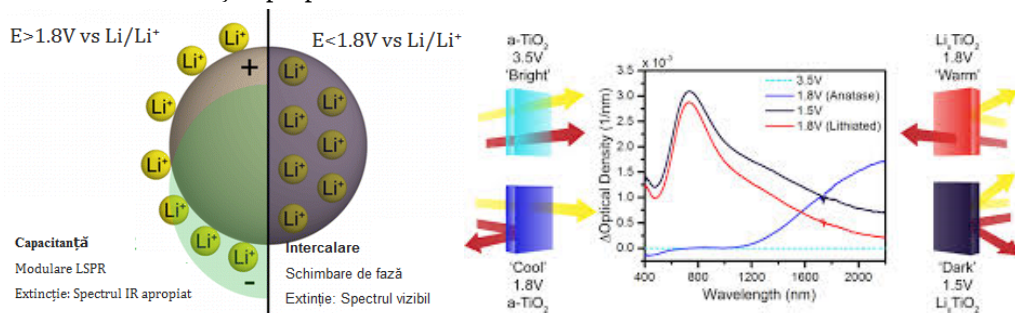


Fig. 2. Valorile caracteristicilor optice pentru diferite sticle în raport cu lungimea de undă a radiației incidente (date de catalog extrase din IDBG)

În Figura 3 sunt redate principalele caracteristici ale acestor sticle, publicate de către Laboratorul Universității Berkley [5]. Se afirmă că aceste sticle pot controla aproximativ 80% din radiațiile din spectrul vizibil și în jur de 90% din cele aflate în domeniul infraroșu apropiat.



a. Proprietățile electrocronice multimodale. * [5]. b. Comportamentul sticlei în raport cu lungimea de undă

***Filmele cu soluții de aliovalent coloidal dopat cu nanocristale din anatas TiO_2 prezintă modularea factorului de transmisie optică în două regiuni în spectrul infraroșu apropiat (NIR) și la lumina vizibilă. Acestea sunt supuse la o încărcare progresivă și reversibilă într-o celulă electrochimică. Se obține raționalizarea cele două moduri de comutare optice, într-un singur material. "

Fig. 3. Comportamentul sticlelor inteligente Heliotrope în raport cu radiația incidentă ([2], [5]).

3. METODA DE STUDIU UTILIZATĂ

Studiul a fost realizat cu ajutorul softurilor firmelor producătoare și software de simulare performant: TRNSYS, WINDOW 7, HEAT 3, OPTICS, LESOSAI.

Au fost studiate diferite soluții de alcătuire și diferite scenarii de funcționare - pentru fațade cu geamuri duble. Au fost reținute pentru:

- ilustrarea impactului asupra dinamicii indicatorilor de confort (menținerea sau deprecierea acestora în comparație cu valorile luate în considerare în proiectare) două variante:
 - V1 (sticlă electrocromică, + aer - 100 mm, + sticla transparentă - 3mm, + aer - 16mm, + -3mm sticlă transparentă) fără un sistem de umbrire la exterior;
 - V2, similar cu un V1 cu excepția sticlei electrocronice fabricată tot din sticlă transparentă.
- pentru observarea comportamentului anual al ferestrelor cu sticle speciale, două variante de structurare a FDV, respectiv cu geamuri tip G1, G2 (a se vedea tabel 3).

4. REZULTATE CANTITATIVE, CALITATIVE ȘI INTERPRETĂRI

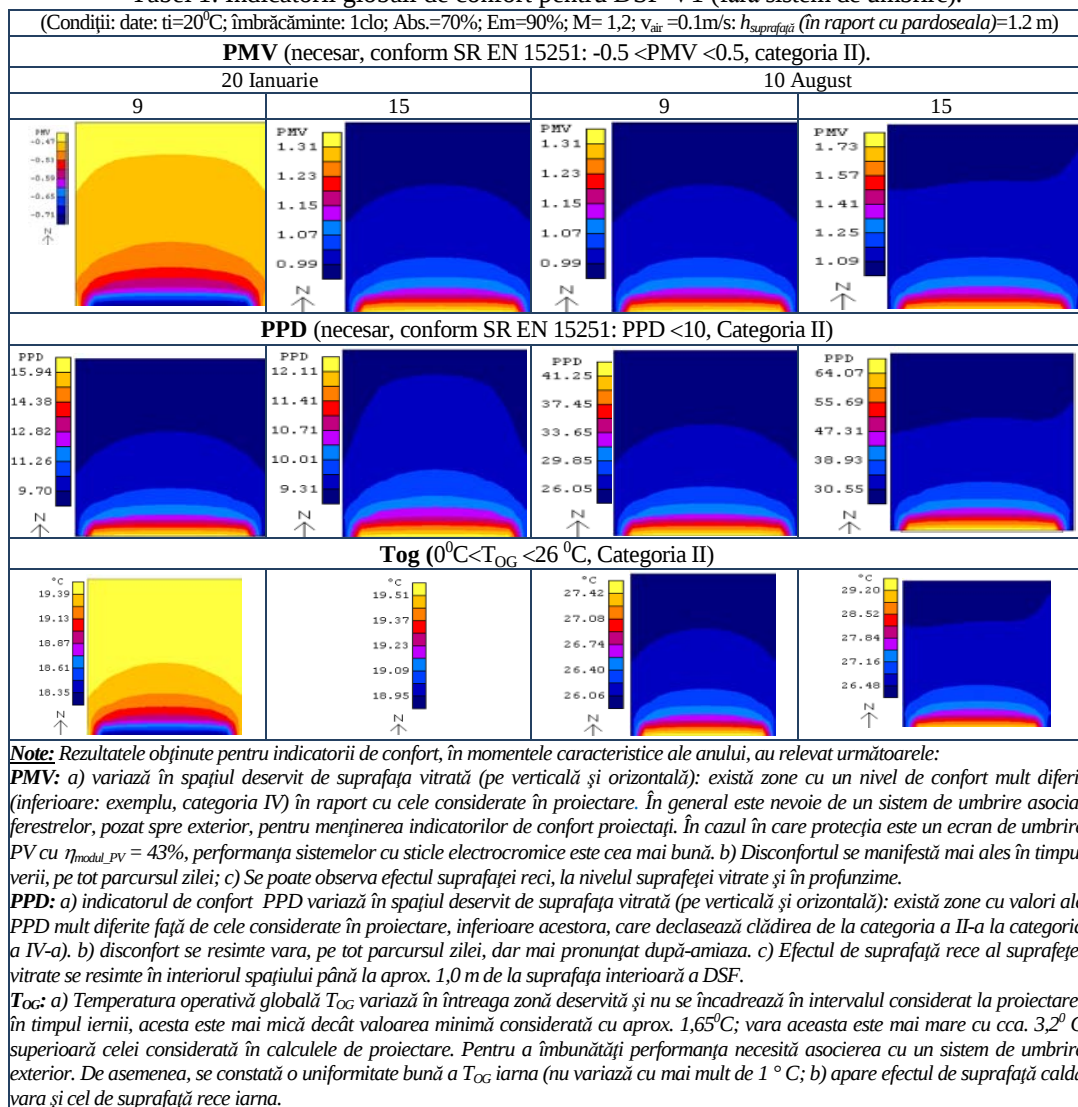
Rezultatele cantitative ale simulărilor au fost reprezentate grafic pentru facilitarea interpretărilor calitative.

- **Indicatorii de confort interior**, în cazul utilizării sticlelor electro-crome și low-E (alcătuirea structurală în Anexa 1) sunt redați, succint, în tabelele 1 și 2. Este prezentat în rezumat și extrasul observațiilor cercetărilor numerice realizate. Concluzia generală: utilizarea sticlei electrocromice la fațada exterioară este benefică iarna, dar în timpul verii conduce la degradarea indicatorilor de confortul interior. Soluția poate fi ameliorată substanțial prin cuplarea ferestrelor cu o copertină cu panou fotovoltaic cu concentrare (randament 43%).
- **Comportamentul anual al ferestrelor cu geamuri low-E** poate fi observat în figura din tabelul 3. Acestea devin adevărate capcane solare pe perioada verii, având un impact negativ asupra creșterii consumului de energie în perioada de vară.
- **Comportamentul anual al ferestrelor cu geamuri termocrome** poate fi observat în tabelul 4. Acestea permit valorificarea unor cantități mari de energie (energia solară incidentă care traversează fereastra din față este extrem de mică). Din punct de vedere economic, cea mai recentă generație de sticle TC au aproximativ același cost cu sticla clară, ceea ce poate conduce la o creștere substanțială a performanțelor globale (inclusiv energetice) ale clădirilor dotate cu ferestre cu sticle TC.

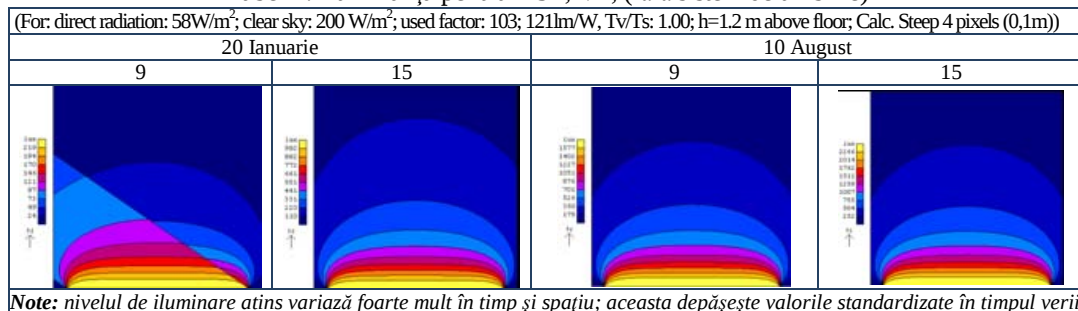
5. CONCLUZII

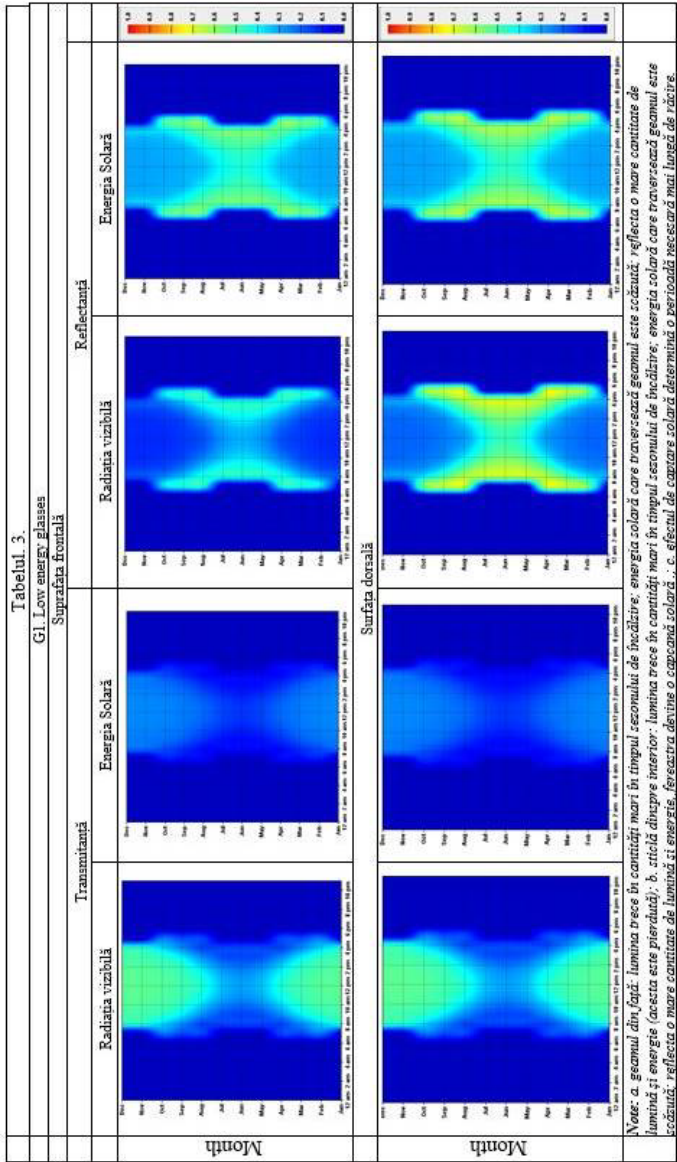
- *Sticlele clasice* determină abateri importante ale indicatorilor de confort din spațiile deservite în raport cu valorile considerate în proiectare: favorizează orbirea și nevoia de răcire în timpul verii.
- *Multe sticle inteligente* nu pot fi controlate în raport cu necesitățile, prezentând abateri similare cu cazul sticlelor clasice, fiind în plus și mai scumpe.
- *Unele sticle inteligente* sunt capabile să simtă și să răspundă la variații ale parametrilor mediului din jurul lor. Există un mare potențial de a se îmbunătăți tehnologiile existente și de a se adăuga noi funcții produselor din sticlă (generare de energie electrică, stocator de energie etc.). Sunt considerate ca fiind "o anvelopă a clădirii viitorului" care combină diverse funcții într-un singur produs.
- *Sticlele inteligente active de ultimă generație prezintă:* flexibilitatea controlului radiației luminoase și calorice; generarea de energie la nivelul suprafețelor transparente; o bună durabilitate; iau energia direct din mediu, nemaifiind necesare suprafețe colectoare speciale; au și funcție de colectare, stocare (grație materialelor cu schimbare de fază incluse) a energiei solare și de generare de energie electrică.
- *Concluzie generală a studiului:* pentru a crește performanțele energetice ale elementelor de clădiri transparente și pentru menținerea indicatorilor de confort considerați în proiectare este necesar controlul fluxului luminos și caloric. Recent s-a descoperit o sticlă inteligentă cu posibilitatea de control a radiației luminoase și calorice transmise, care răspunde unora dintre cele mai exigente cerințe ale inginerilor din domeniul clădirilor.

Tabel 1. Indicatorii globali de confort pentru DSF-V1 (fără sistem de umbrire).



Tabel 2. Iluminanța pentru DSF, V1, (fără sistem de umbrire)





Dezvoltarea cercetărilor în viitor se poate realiza prin introducerea unui film de concentrare a radiației solare.

Anexa 1. Captură ecran din Window 7 - Structura suprafețelor vitrate analizate

A1. Fereastră dublă cu geam law E

	ID	Name	Mode	Thick	Flip	Tsol	Rsol1	Rsol2	Tvis	Rvis1	Rvis2	Tir	E1	E2	Cond
▼	Glass 1 ▶▶	2019 LoE262-6.CIG	#	5.7	☐	0.338	0.277	0.365	0.657	0.064	0.089	0.000	0.840	0.035	1.000
	Gap 1 ▶▶	1 Air		12.7											
▼	Glass 2 ▶▶	102 CLEAR_3.DAT	#	3.0	☐	0.834	0.075	0.075	0.899	0.083	0.083	0.000	0.840	0.840	1.000
	Gap 2 ▶▶	1 Air		12.7											
▼	Glass 3 ▶▶	102 CLEAR_3.DAT	#	3.0	☐	0.834	0.075	0.075	0.899	0.083	0.083	0.000	0.840	0.840	1.000

A2. FDV cu geam Termocromic

	ID	Name	Mode	Thick	Flip	Tsol	Rsol1	Rsol2	Tvis	Rvis1	Rvis2	Tir	E1	E2	Cond
▼	Glass 1 ▶▶	30020 Thermochromic2_24.LBI		12.0	☐	0.229	0.045	0.054	0.545	0.055	0.065	0.000	0.840	0.840	1.000
	Gap 1 ▶▶	1 Air		1200.0											
▼	Glass 2 ▶▶	102 CLEAR_3.DAT	#	3.0	☐	0.834	0.075	0.075	0.899	0.083	0.083	0.000	0.840	0.840	1.000
	Gap 2 ▶▶	101 Argon - EN673		12.7											
▼	Glass 3 ▶▶	102 CLEAR_3.DAT	#	3.0	☐	0.834	0.075	0.075	0.899	0.083	0.083	0.000	0.840	0.840	1.000

A3. FDV cu geam electrocromic (SageGlass)

	ID	Name	Mode	Thick	Flip	Tsol	Rsol1	Rsol2	Tvis	Rvis1	Rvis2	Tir	E1	E2	Cond
▼	Glass 1 ▶▶	8900 SageGlass_Classic_7_6	#	7.0	☐	0.436	0.105	0.139	0.728	0.064	0.044	0.000	0.839	0.142	0.679
	Gap 1 ▶▶	1 Air		12.7											
▼	Glass 2 ▶▶	102 CLEAR_3.DAT	#	3.0	☐	0.834	0.075	0.075	0.899	0.083	0.083	0.000	0.840	0.840	1.000
	Gap 2 ▶▶	1 Air		12.7											
▼	Glass 3 ▶▶	102 CLEAR_3.DAT	#	3.0	☐	0.834	0.075	0.075	0.899	0.083	0.083	0.000	0.840	0.840	1.000

5. Bibliografie

1. Lyons A. Materials for Architects and Builders, 4th Edition, Butterworth-Heinemann, 2010, p.440
2. Roussel N. Steady and transient flow behaviour of fresh cement pastes, Cem. Concr. Res. 35, 2005, p.1656
3. Tchobanov V., K. Ishtev, P. Philipoff. Investigation of the Structural Dynamic Behaviour in Complex Domain, Stroitelstvo, Sofia, 6-7, 1994, pag. 13-21.
4. Regel V.R, A.I. Slutzker, E.E.Tomashevskii. Kinetic Nature of Strength of Solids, Nauka, Moscow, 1974
5. Llordés, A., Garcia, G., Gazquez, J. & Milliron, D. J., Smart glass blocks heat or light at flick of a switch, *Nature* 500, 323–326 (2013).
6. Nakano, M., Shibuya, K., Ogawa, N., Hatano, T., Kawasaki, M., Iwasa, Y. & Tokura, Y. Infrared-sensitive electrochromic device based on VO₂. *Applied Physics Letters* 103, (2013).
7. <https://windows.lbl.gov/>

Betonul ecologic – o alternativă viabilă pentru protejarea mediului înconjurător

Cătălina-Mihaela Helepciuc (Grădinaru),

doctorand, Facultatea de Construcții și Instalații Iași, catalina.gradinaru@ce.tuiasi.ro

Rezumat

Prezentul studiu reprezintă o revizuire a literaturii de specialitate cu privire la betonul ecologic, caracteristicile și impactul acestuia asupra mediului pe termen scurt și lung. Betonul ecologic este, cel mai adesea, rezultatul utilizării unui material din categoria deșeuri ca înlocuitor parțial sau total cimentului, nisipului și/sau agregatelor sau acel beton al cărui proces de producție nu afectează semnificativ mediul înconjurător. Producția sa a devenit o necesitate în contextul unui număr crescut de provocări pentru industria cimentului, inclusiv în ceea ce privește protejarea mediului și a sănătății. În producerea betonului ecologic se folosesc diverse materiale pozzolanice ce înlocuiesc o parte din ciment și/sau deșeuri ori subproduse de origine vegetală, animală sau industrială, în locul unei părți din agregate.

Cuvinte-cheie: ciment, emisii de CO₂, deșeuri, ecobeton.

1. INTRODUCERE

În contextul unei cereri tot mai ridicate de ciment și beton, industria cimentului trebuie să facă față unor provocări legate de consumarea rezervelor de combustibili fosili, deficitul altor materii prime, protecția mediului prin emisiile de CO, CO₂, SO₂ și NO cu efect de încălzire globală și acidifierea oceanelor [12].

Până în prezent, numeroase adaosuri au fost folosite în vederea îmbunătățirii proprietăților betonului și pentru reducerea riscurilor legate de poluarea mediului. De exemplu, înlocuirea a 15-35% din cantitatea de ciment cu cenușă zburătoare în amestecul de beton conduce la creșterea rezistenței acestuia, îmbunătățește comportamentul la acțiunea sulfatilor, scade permeabilitatea, reduce cantitatea de apă necesară și îi îmbunătățește lucrabilitatea [3].

Scopul acestui studiu este de a sintetiza câteva aspecte referitoare la betonul ecologic, caracteristicile sale legate de materialele utilizate și beneficiile pe termen scurt și lung asupra mediului.

2. METODOLOGIA CERCETĂRII

Pentru realizarea acestui studiu bibliografic au fost consultate 15 materiale științifice, fiind realizată o sinteză cât mai cuprinzătoare a datelor existente despre betonul tradițional din punct de vedere structural, riscuri și beneficii, și a noilor materiale ecologice utilizate în producerea ecobetonului.

3. REZULTATE CANTITATIVE, CALITATIVE ȘI INTERPRETĂRI

3.1 Conceptul de beton ecologic în contextul betonului convențional

În general, termenul de beton se referă la acel amestec format din agregate mari, precum roca concasată cu dimensiuni între 5-20 mm, agregate fine, precum nisipul, cu diametrul între 60 microni și 5 mm și un liant pe bază de ciment. Cu cât raportul apă/ciment este mai mic, cu atât betonul va avea o rezistență mai bună [3, 11].

Deși materiile prime utilizate în obținerea betonului sunt disponibile pe scară largă în cantități mari, se pare că cimentul, constituit din piatră de var pulverizată, argilă și nisip încălzite la 1450°C utilizând gaz natural sau cărbune ca și combustibil, rămâne cel mai scump și poluant ingredient al betonului. Mare parte din energie este consumată pentru evaporarea apei din materia primă, măcinarea materiilor prime și împachetarea cimentului. În același timp, la nivel mondial, producerea cimentului este responsabilă pentru aproximativ 5% din emisiile de CO₂, deși unele evaluări apreciază un nivel maximum posibil de 6% din emisiile globale [9].

Conceptul de beton ecologic sau ecobeton reprezintă o idee nouă de a utiliza mai puțină energie și de a produce mai puține emisii de CO₂ în realizarea unui beton bazat pe materiale ecologice prietenoase cu mediul [13]. Producția ecobetonului poate fi ieftină datorită deșeurilor utilizate ca substituenți parțiali ai cimentului. Prin deșeu se înțelege orice substanță care este sau se intenționează a fi eliminată ori aruncată, sau un produs secundar al unui proces tehnologic care nu înlocuiește orice alt produs, cheltuielile pentru stocarea sau eliminarea lor fiind astfel evitată, consumul de energie mai scăzut și durabilitatea betonului crescută. Se poate concluziona că, în producția ecobetonului, sunt urmărite trei obiective majore: reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră, reducerea utilizării resurselor naturale precum piatra de var, piatra de șist, argila, nisipul natural de râu sau rocile naturale și utilizarea deșeurilor ce salvează, de altfel, o suprafață însemnată de teren care ar fi utilizată pentru stocarea lor [14].

Un material bun pentru producția de beton ecologic trebuie să îndeplinească câteva criterii de calitate [10] legate de:

- eficiența resurselor naturale sau regenerabile, inclusiv proprietăți precum conținutul reciclat, procesul de fabricație eficient, disponibilitate pe plan local, reutilizabile sau reciclabile și durabile;
- calitatea aerului ambiental, îmbunătățită prin materiale cu toxicitate scăzută sau non-toxice, cu emisii chimice minime, rezistente la umiditate și întreținute în mod corespunzător;
- eficiența energetică, în termeni de energie utilizată pentru producerea de beton, fiind preferate acele materiale ce au nevoie de un nivel minim de energie în timpul construcției;
- conservarea apei, inclusiv materiale utile oamenilor pentru conservarea apei în zonele cu alunecări de teren sau chiar reducerea consumului de apă în producția materialelor de construcție;
- accesibilitatea, în termeni de costuri pe durata ciclului de viață a construcțiilor comparabile cu materialul convențional sau per total, costuri care se încadrează într-un procentaj definit de proiect prin bugetul global.

3.2 Tipuri de adaosuri utilizate în producția betonului ecologic

Până în prezent, în fabricarea betonului ecologic au fost utilizate numeroase tipuri de materiale adiționale, utilitatea acestora fiind demonstrată de studii ce dovedesc posibilitatea de reducere cu 40-95% a emisiilor de CO₂ numai în condițiile folosirii, de exemplu, a cimenturilor geopolimerice (cu cenușă zburătoare, zgură de furnal etc.) [7].

Cele mai importante materiale adiționale folosite la fabricarea betonului ecologic sunt următoarele:

- Cenușa zburătoare sau cenușa de combustibil solid. Este un subprodus de ardere a cărbunelui pulverizat folosit în electrocentrale sau termocentrale. La arderea cărbunelui pulverizat, reziduurile conțin 80% cenușă zburătoare și 20% cenușă reziduu. Utilizarea cenușii zburătoare la beton în locul cimentului prezintă câteva avantaje, precum posibilitatea înlocuirii unei cantități însemnate de ciment (nivelul optim de înlocuire este de 30%), creșterea durabilității (deoarece generează mai puțină căldură de hidratare) și lucrabilitate îmbunătățită a betonului [10].
- Cenușă rezultată din arderea de combustibil lichid. Este produsă ca rezultat al arderii unui combustibil lichid, de exemplu, ulei de palmier. Cenușa astfel rezultată reprezintă 5% din greutatea inițială a materiei prime arse și reprezintă un material ce îmbunătățește proprietățile betonului asupra rezistenței la

compresiune, contracțiile la uscare, permeabilitatea la apă, reacții alcali-silice, rezistența la carbonatare, la infiltrațiile de cloruri și la sulfatți [2].

- Silice ultrafină. Este un subprodus al aliajelor siliconice și ferosiliconice din cuarț și cărbunele ars în centralele electrice. Cele mai importante modificări produse de utilizarea silicei ultrafine ca adaos de material cimentos sunt: creșterea rezistenței la tensiune, a modulului de elasticitate la compresiune și încovoiere și a ductilității la compresiune. Mai mult, crește căldura specifică și scade conductivitatea termică, densitatea și lucrabilitatea; dacă împreună cu silicea ultrafină este utilizat un alt adaos precum silan, drept efect se constată o creștere a conductivității termice.
- Fibre, deșeuri din lemn, derivate din plante. În domeniul construcțiilor se studiază de mult timp utilizarea diverselor tipuri de fibre, deșeuri din lemn și subproduse derivate din plante, în apropierea habitatului lor natural și al locației de procesare.
- Fibrele. Scopul principal al utilizării acestor adaosuri de fibre precum cele de sticlă, carbon, bor, nucleu de cocos, trestie de zahăr sau celuloză a fost, în primul rând, de armare a betonului în vederea asigurării rezistenței la tensiune, ductilitate și comportarea post-fisurare.
- Deșeurile din lemn. Cenușa rezultată din arderea masei lemnoase poate fi reutilizată pentru a înlocui materialul granular în lucrări geotehnice, de exemplu pentru fundații de drumuri. Utilizarea acestui tip de cenușă însă nu este permisă de standardele în vigoare din domeniul construcțiilor, motiv pentru care cele mai multe studii de până acum au vizat impactul adaosurilor de cenușă provenită din combustia cărbunilor și a biomasei în amestec și, doar într-o pondere mai mică, a adaosurilor doar de cenușă provenită din arderea biomasei [6].
- Subprodusele derivate din plante. Compactarea materialului proaspăt poate mări în mod semnificativ rezistența betonului cu fibre vegetale prin reducerea volumului de goluri din material. Acest proces îmbunătățește rezistența mecanică a materialului rezultat concomitent cu o reducere a conținutului de liant. De asemenea, are loc creșterea capacității portante înainte de colaps. Rezistența la compresiune a acestui tip de beton este însă de aproximativ 20 de ori mai mică decât betonul normal [8].
- Polimeri. Betonul ce utilizează polimeri este un concept nou și prezentând avantajele unei excelente rezistențe mecanice și chimice, o durată scurtă de maturare, bune proprietăți de izolare termică și fonică, reduc apariția și propagarea fisurilor, sporesc flexibilitatea materialului, toate acestea însă în condițiile unor costuri ridicate de producție [1,5]. Întrebunțările unui astfel de beton sunt din ce în ce mai diversificate, considerând prefabricatele din beton pentru clădiri, panouri de pod, baraje, rezervoare, subsoluri, material de

căptușeală în industria alimentară și cea chimică [4]. Folosirea polimerilor în asemenea scopuri este din ce în ce mai solicitată în ultima vreme, atât datorită eficacității dovedite ca liant în producerea unui beton de calitate, însă și datorită reducerii costurilor de producție, în mod normal producerea unui beton de calitate necesitând cantități de liant de 1000 kg/m^3 și care pot fi reduse prin diferitele adaosuri la 650 kg liant/m^3 [15].

4. CONCLUZII

În multe situații, betonul este superior altor materiale precum lemnul și oțelul, dar producerea cimentului este un proces puternic consumator de energie, având o contribuție majoră la emisiile de CO_2 din atmosferă. În acest context, ideea unui beton ecologic a devenit sustenabilă, considerând și alți câțiva factori ce includ o mai bună rezistență termică și la foc, izolare fonică superioară, rezistență de amortizare îmbunătățită, lucrabilitate mai bună, o rezistență mărită la compresiune ori diverse combinații ale acestora. Nu în cele din urmă, betonul ecologic este un material revoluționar ce are ca efect o poluare a mediului mult redusă comparativ cu betonul convențional, folosind deșeuri din diverse industrii.

Bibliografie

1. Agavrioloaie L., Oprea S., Bărbuță M., Luca F., Characterisation of polymer concrete with epoxy polyurethane acryl matrix, *Construction and Building Materials*, 37, 190-196 (2012);
2. Awal A.S.M.A., Hussin M.W., The effectiveness of palm oil fuel ash in preventing expansion due to alkali-silica reaction, *Cement and Concrete Composites*, 19, 367-372 (1997);
3. Badur S., Chaudhary R., Utilization of hazardous wastes and by-products as a green concrete material through S/S process: a review, *Reviews on Advanced Materials Science*, 17, 42-61 (2008);
4. Bărbuță M., Harja M., Ciobanu G., Mechanical properties of polymer concrete containing tire waste power, *Journal of Food, Agriculture / Environment*, vol 12 (2), 1185-1190 (2014);
5. Bărbuță M., Harja M., Properties of fiber reinforced polymer concrete, *Buletinul Institutului Politehnic din Iași, Tomul LIV (LVIII), Fasc. 3, Sectia Construcții. Arhitectura* (2008);
6. Berra M., Mangialardi T., Paolini A. E., Reuse of woody biomass fly ash in cement-based materials, *Construction and Building Materials*, 76, 286-296 (2015);
7. Błaszczyszki T., Król M., Usage of green concrete technology in civil engineering, *Procedia Engineering*, 122, 296-301 (2015);
8. Chindaprasirt P., Rukzon S., Sirivivatnanon V., Resistance to chloride penetration of blended Portland cement mortar containing palm oil fuel ash, rice hush ash and fly ash, *Construction and Building Materials*, 22, 932-938 (2008);
9. Crossin E., The greenhouse gas implications of using ground granulated blast furnace slag as a cement substitute, *Journal of Cleaner Production*, 95, 101-108 (2015);
10. Garg C., Jain A., Green concrete: efficient and eco-friendly construction materials, *IMPACT: International Journal of Research in engineering and technology*, 2, 2, 259-264 (2014);
11. Imbabi M.S., Carrigan C., McKenna S., Trends and developments in green cement and concrete technology, *International Journal of Sustainable Built Environment*, 1, 194-216 (2012);

12. Mittermayr F., Rezvani M., Baldermann A., Hainer S., Breitenbücher, Juhart J., Graubner C.-A., Proske T., Sulfate resistance of cement-reduced eco-friendly concretes, *Cement & Concrete Composites*, 55, 364-373 (2015);
13. Proske T., Hainer S., Rezvani M., Graubner C.-A., Eco-friendly concretes with reduced water and cement content – Mix design principles and application in practice, *Construction and Building Materials*, 67, 413-421 (2014);
14. Suhendro B., Toward green concrete for better sustainable environment, *Procedia Engineering*, 2nd International Conference on Sustainable Civil Engineering Structures and Construction Materials, 95, 305-320 (2014);
15. Yu R., Spiesz P., Brouwers H.J.H., Static properties and impact resistance of a green Ultra-High Performance Hybrid Fibre Reinforced Concrete (UHPHFRC): Experiments and modeling, *Construction and Building Materials*, 68, 158-171 (2014).

Aspecte privind evaluarea lichefiabilității pământurilor

Bogdan Ionel Luca,

doctorand, Facultatea de Construcții și Instalații Iași, luca_bogdan2001@yahoo.com

Rezumat

Lichefierea este un fenomen care se manifestă prin scăderea temporară a rezistenței terenului, ca urmare a creșterii presiunii apei în pori, comportare specifică mai ales în cazul nisipurilor saturate solicitate ciclic. Analiza în detaliu a acestui fenomen și a măsurilor în care declanșarea este iminentă necesită investigații amănunțite efectuate de ingineri familiarizați cu noțiunile legate de lichefiere, însă aprecierea pericolului de declanșare a acestuia trebuie să fie o activitate de interes pentru oricare inginer care profesează în domeniul geotehnicii. În lucrarea de față sunt sintetizate informații privind explicarea modului în care se produce lichefierea, caracteristicile pământurilor ce influențează lichefiabilitatea.

Cuvinte cheie: lichefiere, criterii, metode, evaluare.

1. INTRODUCERE

Se știe că în timpul seismelor puternice, construcțiile au de suferit degradări datorită mișcării imprimate de deplasările terenului sub acțiunea undelor seismice. Aceste unde, transmise de roca de bază, ajung modificate la suprafața terenului odată cu trecerea lor prin diferitele straturi ce alcătuiesc scoarța pământului. Intensitatea acestor unde și implicit importanța degradărilor depind de o serie întreagă de factori. Printre factorii primari care acționează în aceste cazuri sunt proporțiile fenomenului tectonic, adâncimea sa de producere față de suprafața litosferei și structura crustală din zonă; acești factori sunt corecți de stratificația scoarței și prezența sau absența maselor lichide, factori care intervin mai recent și care orientează alurile finale ale mișcărilor seismice care acționează în orizontul de teren în care sunt fundate construcțiile [1].

Printre fenomenele geologice produse de seisme se pot menționa :

- Tasarea prin compactare a pământurilor fără coeziune (Holocen), în general cu un grad redus de consolidare și de o vârstă mai recentă. Aceste fenomene au fost remarcate la Homer (Alaska - 1964) [2], Niigata (1964), Chile (1960) [3] și în alte părți ale lumii.
- Lichefierea pământurilor nisipoase [4], care reprezintă o transformare, sub efectul unei seismice, a materialului granular din stare solidă în stare lichefiată, sub acțiunea unor presiunii mărite a apei din pori.

2. DEFINIREA LICHEFIABILITĂȚII. SUSCEPTIBILITATEA LA LICHEFIERE

Se știe că lichefierea descrie un fenomen prin care pământul își pierde substanțial rezistența ca răspuns la o solicitare puternică, în general reprezentată de un cutremur, vibrații sau o altă încărcare rapidă, determinându-l să se comporte ca un lichid. Fenomenul se produce în pământuri necoezive saturate (însă recent s-a arătat că se poate produce și în pământuri saturate slab coezive) datorită unei creșteri rapide a presiunii apei din pori, creștere generată de unda de șoc, ceea ce conduce la pierderea contactului dintre particulele solide ale pământului.

Există anumite criterii după care este evaluată susceptibilitatea la lichefiere dintre care amintim: criteriul istoric, geologic, hidrogeologic precum și criterii legate de starea și compoziția pământurilor.

Criteriul istoric se referă la informații legate de comportarea la lichefiere obținute în urma investigațiilor efectuate după producerea cutremurelor de pământ.

Criteriul geologic are legătură cu vârsta straturilor de pământ, mediul depozițional – fluvial, coluvial sau depozite eoliene, mediul hidrogeologic, distribuția uniformă sau neuniformă a dimensiunii particulelor, starea de îndesare a stratului.

Mediul hidrogeologic are un rol important deoarece lichefierea se produce doar în pământuri saturate. Adâncimea pânzei freatice influențează susceptibilitatea la lichefiere [7] - susceptibilitatea scade cu creșterea adâncimii pânzei freatice. Pentru o anumită zonă este necesar să se cunoască aceste condiții hidrogeologice. Aceasta înseamnă numărul de acviferi și tipul acestora (cu nivel liber sau sub presiune), nivelul piezometric pentru fiecare acvifer, direcția de curgere a apei subterane și variațiile nivelului apei în timp (sezoniere și de lungă durată).

Criteriul compozițional se referă la granulozitate și forma particulelor. Mulți ani de zile s-a crezut că fenomenul de lichefiere este limitat la nisipuri. Pământurile fine erau considerate a fi incapabile de a genera presiune mare în porii pământului asociată lichefierii și pietrișurile erau considerate a fi prea permeabile pentru a dezvolta presiune în pori pe o perioadă destul de îndelungată încât să se poată declanșa fenomenul. Recent [5], limitările din punct de vedere al granulozității necesare pentru generarea fenomenului de lichefiere s-au modificat. S-a observat atât în laborator cât și pe teren că inclusiv prafurile lipsite de plasticitate se pot lichefia [6]. La fel s-a observat că și pietrișurile sunt susceptibile la lichefiere dacă sunt asigurate condiții nedrenate prin prezența unor straturi impermeabile deasupra și sub stratul de pietriș [6]. Numai argilele rămân nesuscetibile la lichefiere.

3. CARACTERISTICILE PĂMÂNTURILOR CARE POT INFLUENȚA LICHEFIABILITATEA

3.1. Compoziția granulometrică

Cele mai susceptibile la lichiefiere, în timpul cutremurelor, sunt pământurile constituite din nisipuri fine și prăfoase. Conținutul în particule fine (fracțiunile praf și argilă) conferă pământurilor o plasticitate și o rezistență structurală de tip coeziv care se opune lichiefierii, chiar dacă creșterile de presiune a apei în pori pot determina deformări apreciabile. Pe de altă parte, pământurile necoezive, alcătuite din fragmente mari, au, în general, o permeabilitate suficient de mare pentru a asigura o disipare rapidă a presiunii apei din pori, chiar pe măsura generării ei de acțiunea seismică [5].

3.2. Forma granulelor

Forma particulelor din care este alcătuit pământul influențează apreciabil lichifiabilitatea. Legătura dintre particulele rotunjite, respectiv rezistența mobilizată prin frecare, se poate pierde mai facil decât în cazul particulelor alungite și colțuroase.

3.3. Structura pământului

Diferențele de comportare între probele de nisip preparate în laborator după diverse tehnici și cele netulburate recoltate din teren având aceeași stare de îndesare au evidențiat influența semnificativă a parametrilor structurali, și anume: orientarea granulelor și a contactelor dintre granule, variații ale porozității în cuprinsul unei probe, segregări ale particulelor. S-au constatat influențe ale acestor parametri asupra modului de variație a volumului cu deformația specifică axială, a relației efort unitar - deformație specifică, în cazul solicitărilor statice, a rezistenței la lichiefiere sub solicitări ciclice și a modului de creștere a presiunii apei din pori sub un efort unitar ciclic dat [5].

3.4. Starea de îndesare

Starea de îndesare a jucat un rol important încă de la primele studii ale fenomenului de lichiefiere. Influența marcantă a stării de îndesare asupra stabilității dinamice a nisipurilor a dictat includerea acestui parametru în majoritatea criteriilor calitative de prognoză a lichiefierii.

3.5. Starea de umiditate și condițiile de drenare ale stratului lichefiabil în depozit

Permeabilitatea mare față de aer a pământului face ca solicitările obișnuite, de exemplu de tip seismic, să nu aibă un efect de lichefiere asupra nisipului uscat, ci numai de tasare. Ca urmare, problema lichefierii se pune, de regulă, pentru zonele situate sub nivelul apei subterane și în zona de saturare capilară; la nisipuri fine și medii se poate considera că stratul este complet saturat de la o înălțime de circa 1 m deasupra nivelului apei subterane, în jos [5]. Lichefierea, chiar completă într-un strat, poate să conducă la degradări minore ale construcțiilor fondate la suprafață, dacă presiunea în exces a apei din pori se poate disipa rapid.

3.6. Permeabilitatea și compresibilitatea pământului

Ritmul de disipare a presiunii apei din pori, dictat de permeabilitatea terenului, are o influență importantă asupra fenomenului de lichefiere. Deoarece disiparea se produce și în timpul generării presiunii în exces, permeabilitatea poate condiționa însăși valoarea maximă a presiunii induse de solicitarea ciclică, respective gradul de lichefiere. Permeabilitatea relativ mică poate conduce la lichefiere, în special dacă stratul cu potențial de lichefiere este gros, adică drumul apei până la limitele drenante este lung.

4. EVALUAREA LICHEFIABILITĂȚII

4.1. Date generale

Suprafața terenului este aproximativ $S = 1476,38 \text{ m}^2$, amplasamentul fiind situat în intravilanul municipiului Iași.

Pe amplasament se intenționează construirea unui imobil de locuințe și spații comerciale, format din două construcții, având regimurile de înălțime S+P+9E, respectiv spații pentru parări. Tipul de structura și funcțiunea nu impune restricții majore legate de tasări.

Pentru determinarea caracteristicilor fizice ale straturilor din amplasament s-a executat un foraj (F1), până la adâncimea de - 15,00 m față de gura forajului.

4.1.1. Istoricul amplasamentului și situația actuală

Din observațiile de teren rezultă că zona nu prezintă fenomene fizico-geologice distructive care să-i pericliteze stabilitatea. Construcțiile din zonă s-au comportat relativ bine în timp, nefiind semnalate degradări care să poată fi puse pe seama terenului de fundare.

4.1.2. Încadrarea în zone de risc natural

În conformitate cu Legea nr. 575/2001 privind Planul de amenajare a teritoriului național – Secțiunea a V-a, zone de risc natural, amplasamentul se încadrează în următoarele zone de risc:

- Zona VIII de intensitate seismică pe scara MSK, cu o perioadă de revenire de circa 50 ani;
- Zonă cu cantități de precipitații peste 200 mm în 24 de ore, cu arii afectate de inundații datorate cursurilor de apă;
- Zonă cu potențial redus de producere a alunecărilor de teren.

4.1.3. Stratificația terenului

Din forajul de studiu s-au prelevat probe tulburate, respectiv netulburate pentru determinarea caracteristicilor geotehnice necesare identificării și caracterizării pământurilor din amplasament.

Din analiza fișelor de stratificație conform studiului geotehnic și în baza observațiilor din teren se fac următoarele precizări:

Pe locația forajului F1 :

- umpluturi de pământ cu amestec de balast, în grosime de 0,50 m;
- argilă grasă, contractilă, cenușie, cu intruziuni ruginii, cu plasticitate foarte mare, în stare plastic vârtoasă, de compresibilitate medie, în grosime de 2,90 m;
- argilă prăfoasă, galbenă-cenușie, cu intruziuni ruginii, cu plasticitate mare, în stare plastic consistentă, saturată, de compresibilitate medie, în grosime de 1,10 m;
- nisip argilos în suprafață, slab coeziv, saturat, cu trecere în nisipuri fine cenușii, saturate, în stare medie de îndesare, cu intercalații prăfoase, cu zone de nisip grosier cochilifer, ruginiu, în bază, în grosime de 6,00 m;
- argilă cenușie, cu plasticitate mare, în stare plastic vârtoasă spre tare, cu lentile fin nisipoase, stratificată, cu aspect marnos, ce continuă și sub adâncimea de investigare (-15,00 m).

Nivelul apei subterane:

- apa subterană s-a interceptat în forajul F1, la adâncimea de -4,00 m față de gura forajului, având caracter liber. Amplasamentul nu este inundabil.

4.2 Evaluarea lichefiabilității cu ajutorul programului GeoStudio – QUAKE/W

Parametrul care stă la baza evaluării lichefiabilității unui pământ cu ajutorul programului QUAKE/W este raportul eforturilor ciclice de vârf (CSR).

Acest parametru este definit în QUAKE/W astfel :

$$CSR = \frac{q_d}{2\sigma'_{v \text{ static}}}$$

unde,

q_d = deviatorul dinamic de tensiuni

$\sigma'_{v \text{ static}}$ = efortul vertical efectiv inițial

Parametrul CSR trebuie corelat cu încercări de laborator. Astfel, pentru un anumit efort ciclic se obține un număr de cicluri pentru care se produce lichefierea. Un exemplu este dat în figura 1 de mai jos. Acest grafic este definit implicit în program în funcție de tipul de pământ.

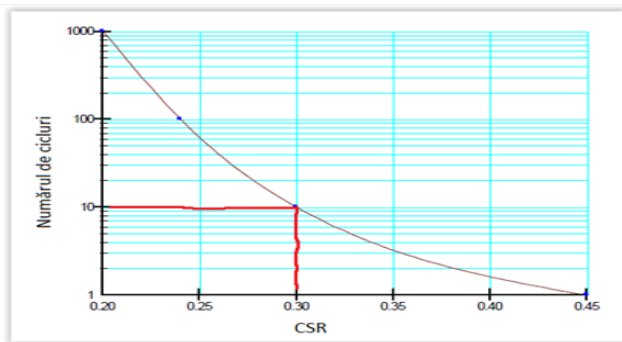


Fig. 1 Variația numărului de cicluri necesar să producă lichefierea în funcție de efortul ciclic de forfecare (ex: pentru un CSR = 0.3 ar fi nevoie de 10 cicluri pentru a se produce lichefierea pământului) [8],[9]

Cum se face legătura între ciclurile neregulate care se produc în timpul unui cutremur și ciclurile uniforme care să simuleze un cutremur în laborator?

Exemplu :

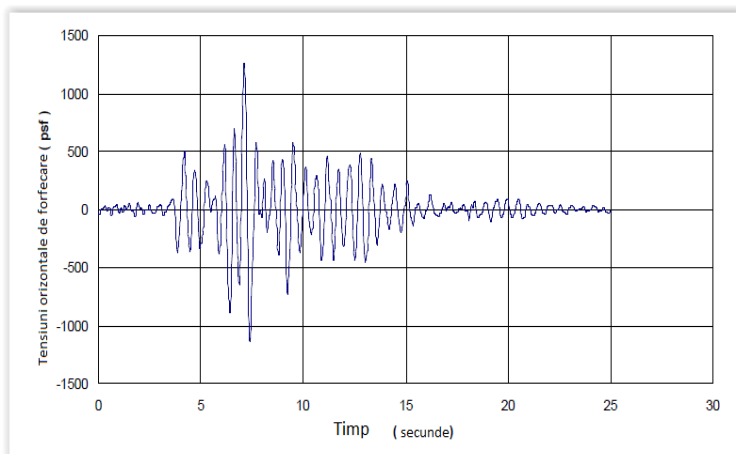


Fig. 2 Variația în timp a eforturilor de forfecare pe durata unui cutremur cu magnitudinea $M_w = 7$ [8],[9]

Corelarea se face cu ajutorul unui grafic după Kramer, din care reiese numărul echivalent de cicluri uniforme pentru un cutremur de o anumită magnitudine.

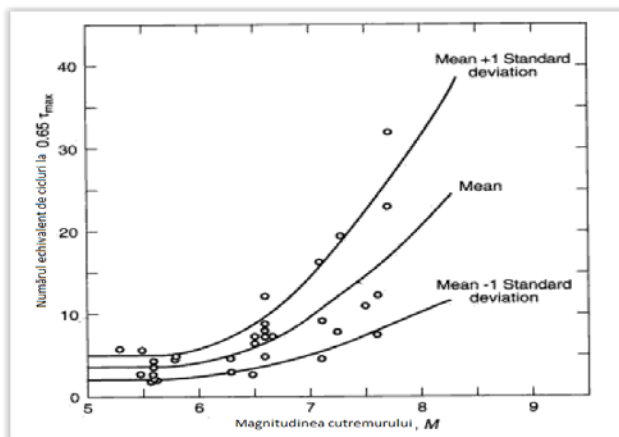


Fig. 3 Numărul echivalent de cicluri uniforme în funcție de magnitudinea cutremurului [8],[9]

Astfel, pentru un cutremur cu magnitudinea de 7 numărul de cicluri echivalente va fi egal cu 10 cicluri la o amplitudine de $0,65 \tau_{\max}$ adică de $0,65 \times 1260 = 820 \text{ psf} = 39,26 \text{ kPa}$

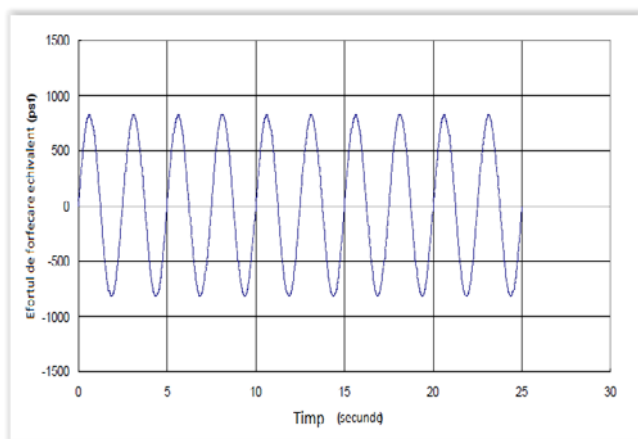


Fig. 4 Graficul echivalent pentru cutremurul considerat [8],[9]

Deci pentru un $CSR = 0,3$ sunt necesare 10 cicluri pentru a se produce lichefierea (vezi figura 1) ; cutremurul considerat produce exact 10 cicluri, așadar pământul respectiv se va lichefia.

4.3 Analiza statică a amplasamentului studiat

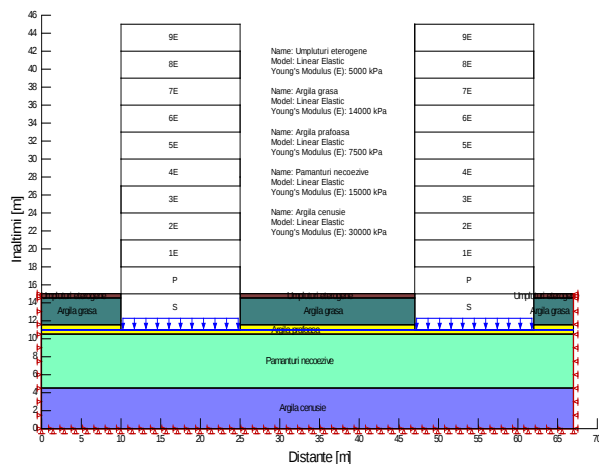


Fig. 5 Profilul de calcul

Încărcarea transmisă la partea de infrastructură: 300 kPa

Infrastructură: fundații de suprafață, directe, sub formă de rețele de grinzi elastice.

Adâncimea de fundare: -4,00 m față de cota actuală a terenului.

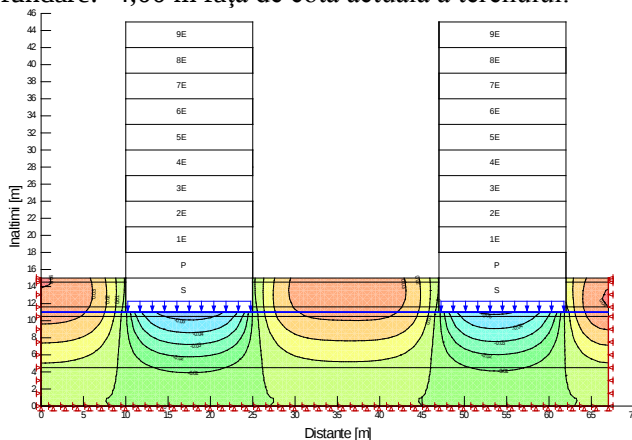


Fig. 6 Evaluarea deplasărilor (tasărilor) rezultate exclusiv din încărcările provenite de la construcții

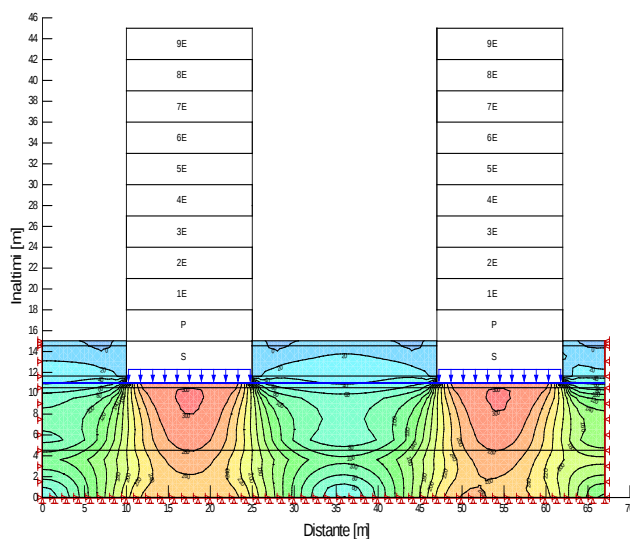


Fig.7 Influența presiunilor generate de încărcările provenite de la construcții

4.4 Analiza dinamică a amplasamentului studiat

Pentru analiza dinamică s-a lucrat după un model de accelerogramă existent în program, modificându-se doar accelerația de vârf egală cu 0,25 g corespunzătoare zonei orașului Iași și durata de vibrație care s-a luat egală cu 10 s.

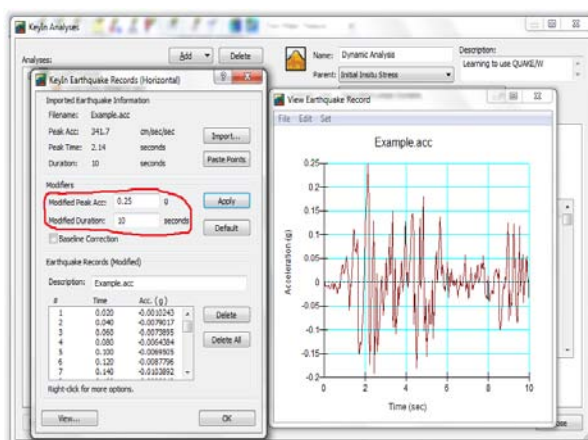


Fig.8 Datele de intrare pentru analiza dinamică

În urma analizei dinamice s-au obținut următoarele rezultate :

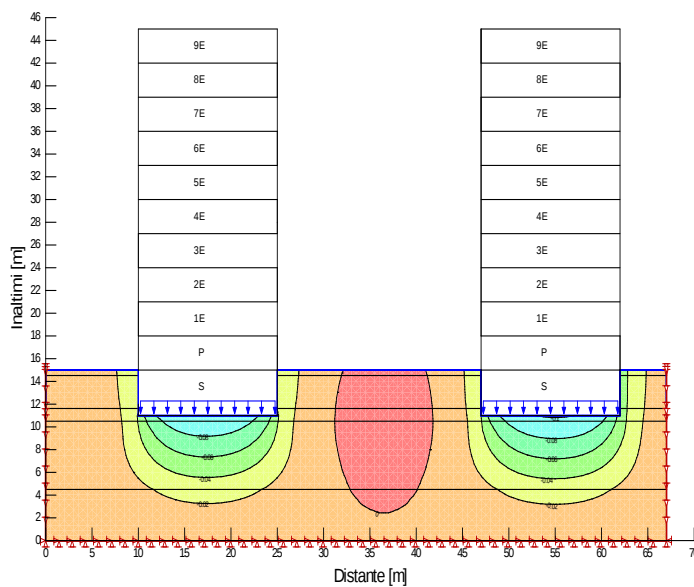


Fig. 9 Evaluarea deplasărilor (tasărilor) rezultate exclusiv din încărcările provenite de la construcții

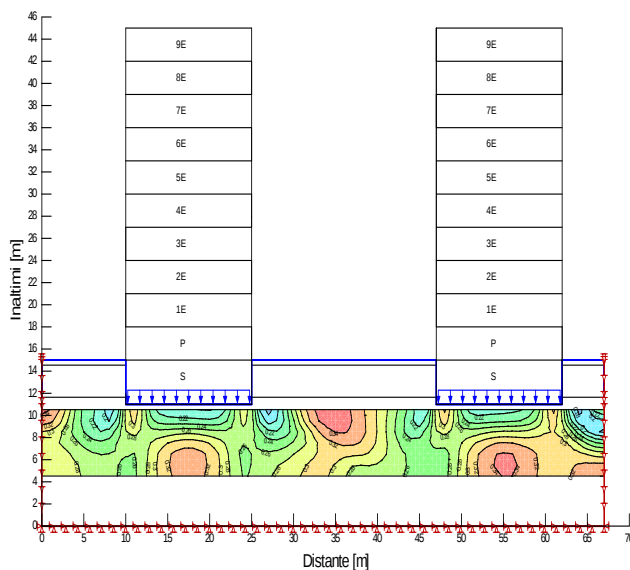


Fig. 10 Raportul eforturilor ciclice de vârf (CSR)

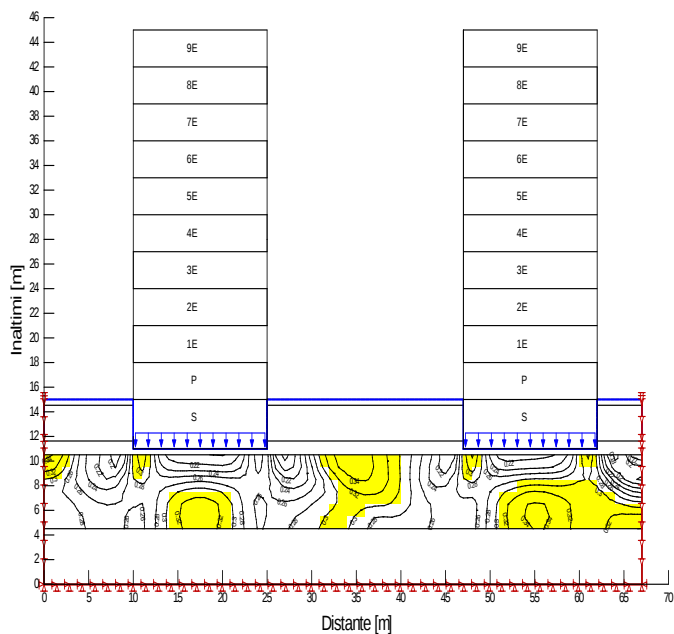


Fig.11 Evidențierea zonelor care se lichefiază în urma acțiunii dinamice

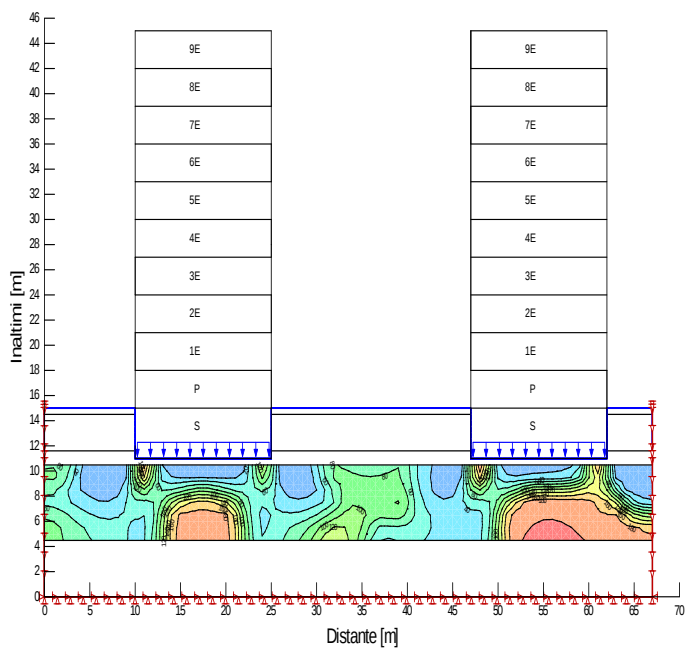


Fig. 12 Presiunea în exces a apei din pori

5. CONCLUZII

Pentru amplasamentul considerat în analiză, în suprafața terenului a fost interceptat un strat de umpluturi de pământ cu amestec de piatră, balast în grosime de 0,50 m. Subiacent acestui strat de umpluturi este prezent un pachet de argile grase, cenușii, cu plasticitate foarte mare, în stare plastic vârtoasă, în grosime de 2,90 m, ce face trecerea într-un strat de argile prăfoase, galbene-cenușii, saturate, cu plasticitate mare, în stare plastic consistentă. Sub acest orizont de pământuri argiloase, s-a interceptat un **strat de nisipuri argiloase slab coezive cu nisipuri fine cu intercalații prăfoase, saturate, în stare medie de îndesare, cu zone de nisip grosier cochilifer afânat, ruginiu, în bază, susceptibile la lichefiere sub acțiunea seismică, în grosime de 6,00 m**. La baza acestui strat, de la adâncimea de -10,50 m este prezent un strat argilos, stratificat, cu lentile fin nisipoase, cenușiu, cu aspect marnos, cu plasticitate mare, în stare plastic vârtoasă spre tare, care continuă și sub adâncimea de investigare (-15,00 m).

Corelând informațiile rezultate din analizele de laborator (caracteristicile fizico-mecanice ale terenului din amplasament) cu cele de la pct. A.1.2.1. - *Condițiile de teren*, Normativ NP 074/ 2014, rezultă că terenul de fundare are caracter dificil și este compus în zona construcției dintr-un strat de pământuri nisipoase, saturate, susceptibile de lichefiere sub acțiuni seismice.

Având în vedere regimul de înălțime a celor două construcții (S+P+9E), funcțiunea lor, încărcările mari transmise de acestea, respectiv prezența acestor pământuri nisipoase saturate, susceptibile de lichefiere sub acțiuni seismice ce se constituie în teren de fundare, în ipoteza fundării directe se estimează riscuri majore legate de tasări, o capacitate portantă redusă a terenului de fundare, respectiv riscul principal de lichefiere al stratului nisipos, ce poate pune în pericol rezistența întregului ansamblu structural. Acest fenomen de lichefiere conduce la scăderea bruscă a rezistenței la forfecare, fenomen care produce o transformare temporară a materialului nisipos, saturat, într-o masă fluidă. O asemenea situație este provocată de o prăbușire a structurii, din cauza șocului sau altui tip de solicitare și este însoțită de o creștere bruscă, dar temporară, a presiunii apei din pori.

Prin urmare, se impune transmiterea sarcinilor de la suprastructură prin intermediul unor fundații indirecte constituite din piloți forajă cu tubaj recuperabil, încastrați cel puțin de 3 ori diametrul unui pilot, în stratul de bază alcătuit din argila cenușie, stratificată cu aspect marnos, în stare plastic vârtoasă spre tare, rigidizați la partea superioară fie printr-un radier general fie prin intermediul unei rețele de grinzi de fundare.

La faza de dimensionare a fundațiilor, în funcție de geometria construcțiilor respectiv de încărcările aduse de acestea, proiectantul structurii de rezistență va analiza

dispunerea piloților foraj, adâncimea de încastrare, respectiv capacitatea portantă a acestora în funcție de caracteristicile fizico-mecanice ale straturilor pe care se dezvoltă.

Bibliografie

1. ROSENBLUETH E. , Soil and Rock Mechanics in Earthquake Engineering Proceedings of DMSR 77 , vol.3 , Karlsruhe, 1977
2. HANSEN W. R. , Effects of the Earthquake of March , 27 , 1964 , at Anchorage, Alaska, U.S. Geological Survey , 1965
3. RETAMAL E. , KANSEL E. , Vibratory Compaction of the soil and tectonic Subsidence during the 1960 Earthquake in Valdivia – Chile.Vol.3, Fourth World Conference
4. HOUSNER G. W., Intensity of Ground Shaking nears the causative Fault. Proceedings of the World Conference on Earthquake Engineering, vol. 1 , New Zealand
5. PERLEA, V., PERLEA, M. - *Stabilitatea dinamică a terenurilor nisipoase*, Editura Tehnică, București, 1984;
6. KRAMER, STEVEN L. - Geotechnical Earthquake Engineering. Prentice Hall, 1996;
7. HAUSER F., PRODEHL C., LANDES M., BALA A., RĂILEANU V., BRIBACH J., KNAPP J., DIACONESCU C., DINU C., MOCANU V., HARDE S., KELLER G. R., HEGEDUS E., STEPHENSON R.A., Seismic target earthquake-prone region in Romania EOS, Transactions, American Geophysical Union, 2002.
8. GEO-SLOPE International Ltd., Dynamic Modeling with QUAKE/W 2007 (an engineering methodology, fourth edition, may 2009)
9. <http://www.ottegroup.com/manuals/QUAKEW%202007%20engineering%20book.pdf>

Implementarea conceptului de dezvoltare durabilă în instalații prin prisma managementului valorii

Claudia Florentina Poenari,

doctorand, Facultatea de Construcții și Instalații Iași, poenari_claudia@yahoo.com

Rezumat

Prezenta lucrare pune în discuție implementarea conceptului de dezvoltare durabilă în instalații pentru construcții. Abordarea tehnicilor managementului valorii vin în sprijinul însușirii acestui concept, atât în etapele de concepție ale unui proiect cât și asupra unui proiect ce se dorește a fi optimizat. Această metodologie întrunește o serie de procedee sistematice orientate către realizarea funcțiilor necesare cu un cost minim, fără a neglija calitatea, fiabilitatea și livrarea. Obiectivele principale sunt : reducerea costurilor; inovarea, cucerirea de noi piețe; adaptarea la evoluțiile externe; asigurarea competitivității durabile.

Cuvinte cheie: managementul valorii, dezvoltare durabilă, valoare, impact asupra mediului.

1. INTRODUCERE

În momentul actual, societatea modernă este sub semnul unei continue schimbări.

Companiile din domeniul tehnic activează într-un mediu competitiv, antreprenorii sunt nevoiți să acorde o atenție deosebită conceptului de ”valoare” atât prin introducerea în mod constant a inovațiilor cât și prin analizarea proiectelor prin prisma aspectelor funcționale și a costurilor (consum de materiale, energie și manoperă).

Clienții, care aparțin aceleuiași și mediu competitiv, devin tot mai critici la adresa serviciilor care li se oferă solicitând în același timp cel mai mic preț.

Rata șomajului în creștere, mărirea costurilor, determină companiile să utilizeze cu prudență resursele tot mai reduse.

Astfel, o întrebare aparent simplă devine o temă de reflexie tratată cu mare interes: cum pot fi realizate produse sau servicii care să adauge valoare nouă, satisfăcând la un nivel ridicat cerințele clientului, la costuri mai mici și la un nivel înalt de calitate?

2. DEZVOLTARE DURABILĂ ÎN DOMENIUL INSTALAȚIILOR PENTRU CONSTRUCȚII

În ultimul deceniu, termenul de dezvoltare durabilă este foarte des folosit.

Acesta promovează echilibrul între necesitatea de a continua în afaceri și nevoile societății și a mediului, raționament ilustrat în figura 1.

Conceptul de dezvoltare durabilă este un proces de schimbare, unde exploatarea resurselor, dirijarea investițiilor, orientarea dezvoltărilor tehnologice și schimbările instituționale sunt toate în acord. Implementarea acestuia la nivelul instalațiilor pentru construcții presupune inovare tehnologică și conceptuală, preservând resursele existenței noastre (folosind materiale cu caracteristici fizico-mecanice superioare, reciclabile și cu consumuri înglobate scăzute de resurse primare și energie) și minimizând impactul asupra mediului (aplicând sisteme constructive și tehnologii adiacente ce oferă siguranță, flexibilitate, consumuri energetice scăzute).

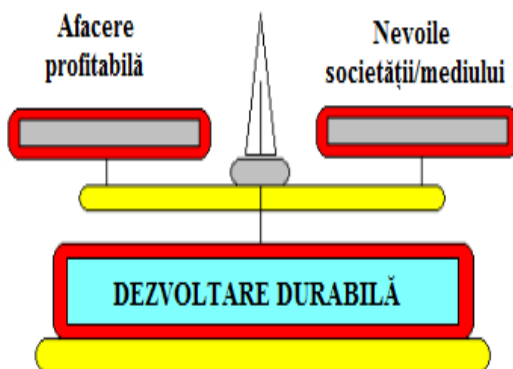


Fig. 1. Raționament dezvoltare durabilă

Tehnica Managementul valorii vine în sprijinul acestui concept. Aceasta reprezintă un instrument deosebit de util în gestiunea proiectelor, devenind pentru cei ce o stăpânesc un "modus vivendi". Ea se bazează pe simularea creativității tehnice și pornește de la fundamentul că orice produs, serviciu poate fi îmbunătățit prin supunerea lui unor critici constructive.

Produsul este analizat prin prisma funcțiilor sale ținând cont de cele trei aspecte ce determină costul acestuia: concepția, materialele utilizate, tehnologiile aplicate.

Scopul final al acestui procedeu sistematic este de a elimina costurile nejustificate fără a-i afecta calitățile și performanța.

3. MANAGEMENTUL VALORII

3.1. Scurt istoric. Definiții

Metodologia Analizei Valorii a apărut în cadrul companiei General Electric în anul 1974. Fondatorul conceptului, Lawrence D. Miles, reușește să reducă costurile cu până la 40 % prin implementarea unei metode ce se sprijină pe conceptul de valoare.

Jean Michel președintele AFAV (Asociația Franceză pentru Analiza Valorii), definește valoarea ca ”ansamblul multiplelor avantaje aduse și ierarhizate (după un sistem de valori sau preferințe) de un ”actor” sau un grup de ”actori” în situație de decizie, într-un context specific, pentru o unitate de efort (de cost, de timp etc.) ce se investește într-un proiect (produs, acțiune etc.) comparabil cu datele din alte proiecte.”

O companie poate ajunge profitabilă și leader de piață doar dacă oferă valoare clienților.

Putem define valoarea astfel (figura 2):

$$\text{VALOARE} = \frac{\text{PERFORMANȚĂ + LIVRARE}}{\text{COST}}$$

Fig. 2 Noțiunea de valoare

Această formulă ne asigură că nu se va optimiza nici un element în detrimentul ameliorării altui element. Managementul valorii, prin tehnicile sale, îmbunătățește de obicei mai multe elemente ale valorii simultan.

În acord cu norma europeană EN 12973: ”Managementul prin valoare este un stil de management, în particular destinat mobilizării indivizilor, dezvoltării competențelor și promovării dezvoltării și inovației, având ca obiectiv maximizarea performanțelor globale ale unui organism. Managementul valorii aduce un nou mod de a utiliza numeroase metode de management existent .”

3.2. Alte denumiri ale metodologiei

Managementul valorii devine termenul acceptat la modul general, ce reunește o serie de metode (analiza valorii, ingineria valorii, controlul valorii) ce se aplică în diferite stadii ale proiectului (figura 3). Studiile se pot efectua asupra proiectelor existente, asupra proiectelor aflate în proces de dezvoltare sau asupra proiectelor în curs de concepție .

Obiectivul Managementul Valorii este de a oferi pieței produse competitive, direct proporționale cu așteptările utilizatorilor, de a îmbunătăți profitul firmelor și de a avea un aport în evoluția tehnică și tehnologică.

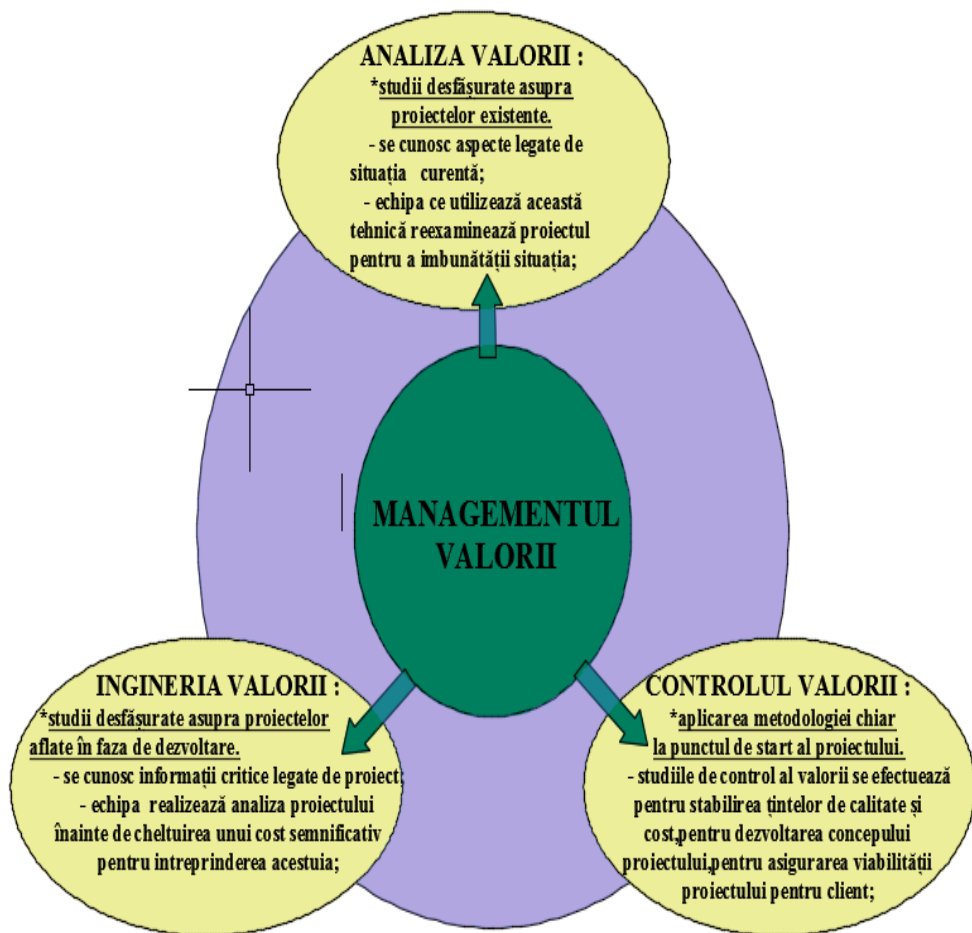


Fig. 3 Mijloacele Managementului Valorii

Această metodă dezvoltă o metodologie proprie, originală, diferită de metodele clasice de reducere a costurilor, dintre care: normalizarea, trecerea la producția de serie, utilizarea unor procedee de fabricație mai performante.

Metodele clasice intervin doar la fazele de fabricație sau în cazul anumitor materiale. Managementul valorii pune la îndoială însăși concepția produsului, punând accent pe analiza funcțiilor esențiale ale produsului, eliminându-le într-un final pe cele costisitoare și nefolositoare.

Tehnica Managementului valorii are aplicabilitate în mai multe domenii (figura 4) și două faze ale aplicabilității:

- prima fază: optimizarea unui produs existent;
- a doua fază: realizarea unui nou produs;

Rezultate relevante se obțin atunci când nu există o condiționare legată de o soluție tehnică existentă și se aplică această metodă în faza de proiectare.

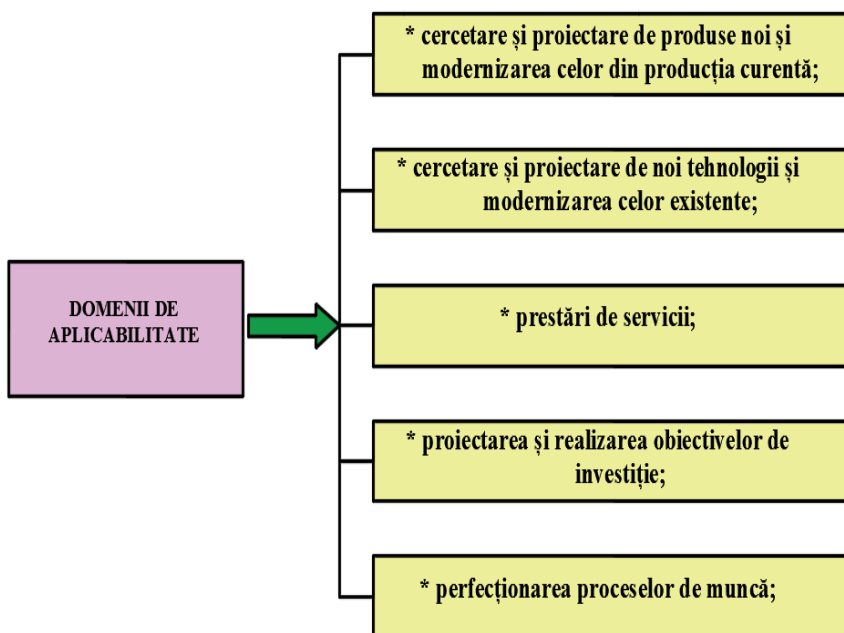


Fig. 4 Domenii de aplicabilitate

4. INTEGRAREA NOȚIUNII DE DEZVOLTARE DURABILĂ ÎN CADRUL MANAGEMENTUL VALORII: CONCEPTUL TEORETIC

În raționamentul proiectării unei instalații ce deservește o clădire se ține cont atât de impactul acesteia asupra mediului (prin consumul de resurse și efectele sale în momentul inițial, în faza de punere în operă, pe parcursul exploatarei) cât și satisfacerea următorilor parametrii: alegerea eficientă a amplasamentului; proiectarea în termeni de durabilitate a instalației; selecția materialelor; utilizarea eficientă a energiei; utilizarea, demontarea, refolosirea componentelor, reciclarea etc.

Managementul valorii, identifică și elimină costurile inutile atât în faza de concepție (proiectare) cât și în cea de punere în operă și întreținere. Această metodă nu este o procedură obișnuită de reducere a costurilor, pentru a face întregul proces ”mai ieftin”. Ea determină valoarea funcției de bază, stabilește un obiectiv de cost și generează alternative prin utilizarea gândirii creative ce satisfac toate nevoile la un cost total mai mic.

Prin mijloacele sale, aceasta are capacitatea să promoveze și să implementeze aspectele legate de durabilitate (figura 5), atât în etapele de concepție ale unui proiect cât și asupra unui proiect existent ce se dorește a fi îmbunătățit.

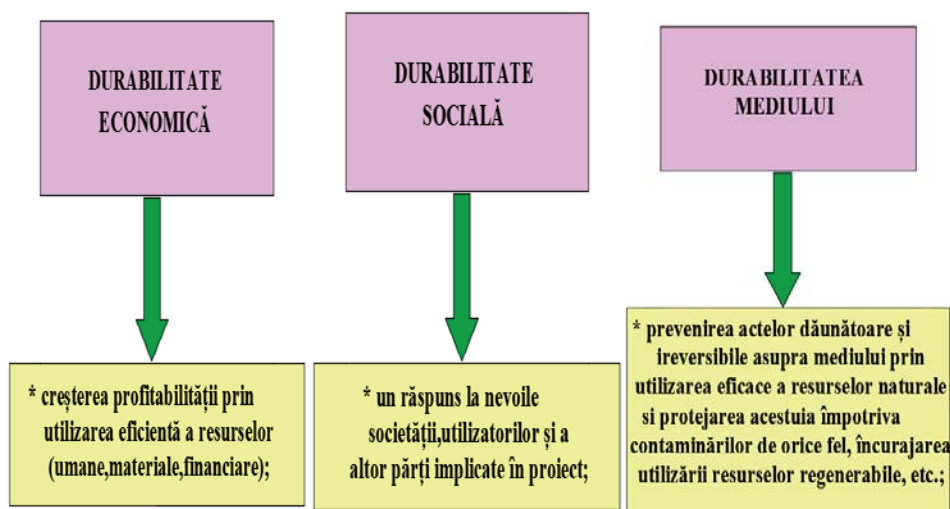


Fig. 5 Aspecte ale conceptului de dezvoltare durabilă

Problema energiei a devenit o preocupare imperioasă a societății umane.

Soluționarea acesteia, atât la scară planetară, regională cât și națională presupune o abordare realistă a resurselor energetice, fiind condiționată de elaborarea unei strategii adecvate de dezvoltare economico-socială care să țină seama de situația actuală și perspectivele asigurării resurselor de energie primară. (Moldovan, R., 2012).

În acest context, este important ca specialiștii care proiectează instalații pentru construcții să acorde o atenție deosebită aplicării conceptului de dezvoltare durabilă încă din faza de concepție a acestor proiecte. Utilizarea metodologiei managementului valorii care propune o dezvoltare tehnologică în echilibru cu mediul ambiant este utilă și binevenită.

5. CONCLUZII

Astăzi, energia nu este considerată ca o provocare majoră numai din punct de vedere economic, ci, în mod sigur și pentru implicațiile asupra vieții de zi cu zi. De asemenea, o creștere a competiției pentru resursele energiei primare ridică îngrijorări serioase pentru securitatea globală, devenind astfel o mare provocare pentru generația noastră.

Guverne și organizații lucrează având ca obiectiv comun consumul de energie, poluarea și emisiile de gaze cu efect de seră. Astfel s-au creat diverse programe ce sprijină aceste inițiative prin furnizare de informații, propuneri eficiente în scopul direcționării companiilor spre o reducere globală a cheltuielilor de exploatare în ceea ce privește consumul de energie.

România se implică în aplicarea conceptului de dezvoltare durabilă prin desfășurarea unor programe guvernamentale, unul dintre acestea fiind programul național "Casa verde" ce presupune schimbarea sau completarea sistemelor de încălzire cu sisteme ce utilizează energie regenerabilă.

Bibliografie

1. Moldovan, R., Considerații privind promovarea cerinței energetice în clădiri în România, Conferința "INSTALAȚII PENTRU CONSTRUCȚII ȘI ECONOMIA DE ENERGIE", 4-5 Iulie, 2013, Iași, Editura Societății Academice Matei-Teiu Botez, pag 25-33, ISSN 2069-1211.
2. Mohammed,B., Bambang, S., et al, Integrating quality management and value management methods: creating value added for buiding projects, International Journal of tehnology (2013)1:44-45, ISSN 2086-9614;
3. Chichernea, F., Managementul prin valoare, În Buletinul AGIR , nr. 1 / 2010 , ianuarie-martie.
4. *** EN 12973:2000 : Value Management.

Aspecte privind modelarea, verificarea și validarea în analiza cu element finit a problemelor de inginerie geotehnică

Claudiu Constantin Popa,

doctorand, Facultatea de Construcții și Instalații Iași, claudiu_popa1990@yahoo.com

Rezumat

Dezvoltarea progresivă a programelor de analiză cu element finit a făcut necesară elaborarea unor instrucțiuni care să ghideze și să îi ofere un nivel de siguranță tânărului inginer în realizarea de modele de calcul sigure, pe care să se poată baza proiectele de natură geotehnică, păstrându-se în același timp și un grad de siguranță corespunzător. Lucrarea de față își propune să definească noțiunile de model și modelare respectiv rolul acestora în rezolvarea problemelor din domeniul ingineriei geotehnice. De asemenea, se pune accentul pe importanța verificării și validării modelelor de calcul realizate prin analiză cu element finit, evidențiind-se principalele surse de discrepanțe, metodele de validare și verificare precum și alte aspecte legate de aceste două procese.

Cuvinte cheie: modelare numerică, metoda elementului finit, validare, verificare.

1. INTRODUCERE

În ultimul deceniu metoda elementului finit (MEF) a început să fie tot mai utilizată în analiza problemelor de natură geotehnică, transformându-se dintr-o unealtă de cercetare într-o unealtă folosită din ce în ce mai des de către ingineri în procesul de proiectare. Totuși, ca orice altă metodă, și aceasta are limitările ei, limitări care nu sunt recunoscute întotdeauna de utilizatorii programelor de analiză cu element finit, ceea ce poate conduce la o proiectare nesigură.

În ciuda dezvoltării de programe de analiză cu element finit ușor de folosit, este dificilă realizarea de modele care să facă posibilă o analiză realistă a proceselor fizice implicate într-un proiect geotehnic real și care să producă valori realiste a unor “cantități” necesare proiectării (deplasări, tensiuni, eforturi structurale, capacitate portantă, factori de stabilitate etc.). Acest lucru este în special valabil pentru aplicațiile din domeniul ingineriei geotehnice datorită caracterului eterogen și puternic neliniar al pământurilor care este dificil de pus în evidență în modelele numerice.

În analizele cu element finit, comportarea sub încărcări a pământurilor este modelată cu ajutorul modelelor constitutive, rolul acestora fiind acela de a realiza

legătura dintre tensiuni și deformații. (Brinkgreve R.B.J., Engin E., 2013). Pământurile sunt materiale eterogene a căror comportare sub încărcări este puternic influențată de factori precum: mărimea granulelor, mineralogie, structură, starea inițială de tensiuni etc. Mai mult, pământurile prezintă comportare variabilă în timp (creep). Din acest motiv legile constitutive asociate pământurilor sunt numeroase și variabile, alegerea modelului constitutiv și a parametrilor corespunzători acestuia reprezentând cea mai importantă problemă în realizarea unui model cu element finit pentru un proiect de inginerie geotehnică. (Popa H., Batali L., 2010). Modelul constitutiv reprezintă și principala limitare în procesul de modelare numerică, deoarece, oricât de complex ar fi acesta, el mereu va reprezenta o simplificare a comportării reale a pământului.

Fiind o metodă mai nou folosită în proiectarea geotehnică, modelarea cu element finit este realizată în general de generația tânără de ingineri, uneori fără înțelegerea completă a cadrului și limitărilor modelelor constitutive și a metodelor numerice folosite în cadrul software-ului de calcul. Astfel, inginerii cu experiență în domeniu sunt puși în fața unor rezultate care sunt dificil de validat, în special în situații în care ele nu se potrivesc cu rezultatele la care aceștia s-ar aștepta din experiența acumulată. Din acest motiv s-a ajuns la concluzia că sunt necesare anumite instrucțiuni referitoare la validarea calculelor realizate cu ajutorul metodei elementului finit. (Brinkgreve R.B.J., Engin E., 2013).

2. DEFINIREA MODELĂRII

În ciuda utilizării extensive a programelor de modelare există încă confuzie în legătură cu ceea ce înseamnă de fapt un model. În contextul unui “model cu elemente finite” s-ar înțelege că modelarea este operațiunea unei “unelte” numerice. Această definiție nu doar că nu este completă ci se abate de la o înțelegere mai profundă a modelării ca metodologie inginerescă fundamentală de rezolvare a problemelor. (Barbour S.L., Krahn J., 2004).

Rolul modelării în ingineria geotehnică a fost ilustrat prima dată de către profesorul John Burland de la Colegiul Imperial, Londra, într-o conferință despre mecanica pământurilor, în anul 1987. Acesta a susținut că practica ingineriei geotehnice este alcătuită din trei părți: stabilirea stratificației terenului, definirea modului de comportare al pământului și modelarea - toate acestea fiind interconectate și susținute de experiență empirică și precedent în domeniu. El a legat aceste trei componente formând astfel ceea ce este cunoscut astăzi sub denumirea de Triunghiul Burland.

De când a fost prezentat prima dată au existat multe discuții pe baza Triunghiului Burland acesta fiind extins considerabil. O variantă extinsă a acestuia este prezentată în figura 1. Burland a afirmat că practica geotehnică necesită o

înțelegere clară a caracteristicilor terenului stabilite pe baza unei investigații de teren, definirea modului de comportare a pământului furnizat de rezultatele încercărilor de teren și laborator și aplicarea acestei înțelegeri prin folosirea modelării. Este important de reținut două aspecte ale acestui triunghi: în primul rând, toate cele trei părți componente ale acestuia sunt interconectate și în al doilea rând, toate sunt puse în legătură directă cu experiența în domeniu.

Un aspect important în această reprezentare este acela că procesul de modelare este integral și integrat în întregul proces ingineresc. El reprezintă punctul în care înțelegerea condițiilor de teren și a modului de comportare al acestuia se dezvoltă într-un model conceptual idealizat care poate fi materializat prin folosirea de tehnici analitice (modele numerice) sau modele fizice pentru a ne asista în interpretare și proiectare. Dezvoltarea de modele conceptuale și analitice este interconectată cu și depinde de informațiile obținute din alte componente ale triunghiului. În plus, dezvoltarea de modele în sine este dependentă de experiența inginerului și de precedentele profesiei ca întreg. (Barbour S.L., Krahn J., 2004).

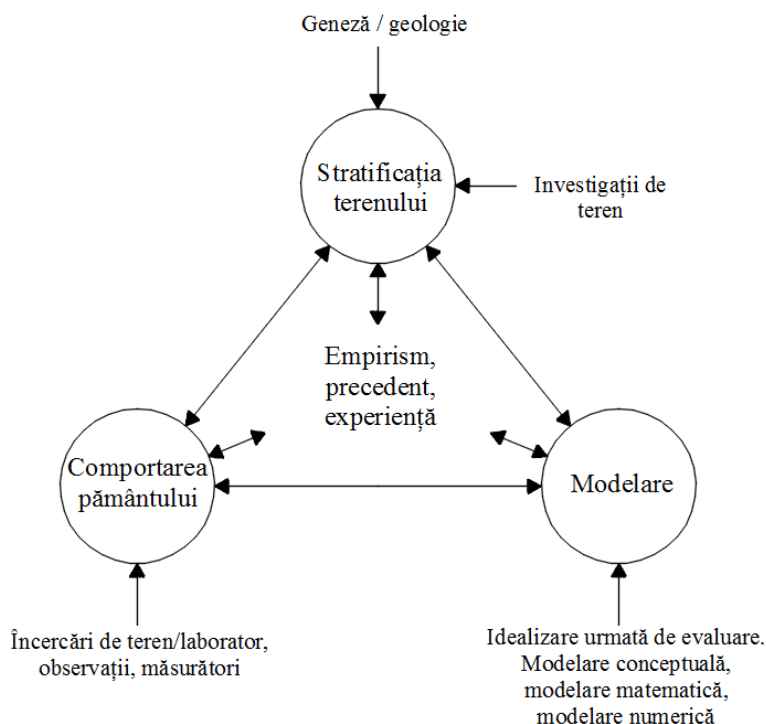


Fig. 1. Variantă extinsă a Triunghiului Burland (Barbour S.L., Krahn J., 2004).

Pe lângă oferirea unei perspective asupra locului pe care îl ocupă modelele analitice în practica geotehnică, Triunghiul Burland definește mult mai clar conceptul de modelare. Ca ingineri geotehnicieni lucrăm cu unele dintre cele mai

dicile materiale și condiții din domeniul ingineriei și avem de-a face cu o realitate fizică extrem de complexă. Rolul inginerului geotehnician este acela de a transforma această realitate fizică într-un sistem matematic care să cuantifice proiectele noastre și în același timp să ne ofere o idee asupra posibilelor riscuri și incertitudini legate de acestea. Modelarea este așadar procesul prin care extragem dintr-o realitate fizică complexă o realitate matematică adecvată pe baza căreia putem realiza un proiect. (Barbour S.L., Krahn J., 2004).

Având o înțelegere de bază a conceptului de model în ingineria geotehnică, în continuare vor fi prezentate câteva aspecte legate de verificarea și validarea modelelor în ingineria geotehnică, punându-se accentul asupra modelelor realizate în programe de analiză cu element finit.

3. CE REPREZINTĂ VALIDAREA/VERIFICAREA?

Termenii “validare” și “verificare” sunt folosiți în general în legătură cu procesul de control al calității rezultatelor obținute cu ajutorul programelor de modelare.

Verificarea este procesul prin care se determină dacă un model de calcul reprezintă cu acuratețe modelul matematic care stă la baza lui și este capabil să reproducă soluția teoretică oferită de acesta. Mai mult, acest proces cuprinde și verificarea implementării corespunzătoare a modelelor și metodelor în programele de calcul. Rolul procesului de verificare este acela de a răspunde la întrebări precum :

Poate programul de calcul să reproducă rezultatele așteptate pentru metoda sau modelul implementat?

Considerând unele din procesele care sunt relevante pentru problema practică și pentru care există o soluție, poate programul de calcul să ofere un rezultat care să fie apropiat de această soluție? Pot fi justificate eventualele diferențe?

Validarea este procesul prin care se determină nivelul de acuratețe cu care un model reprezintă o problemă reală (NAFEMS & ASME, 2009). Cu alte cuvinte, validarea urmărește dacă un model de calcul include aspectele esențiale necesare analizei unei situații reale și dacă rezultatele obținute sunt reprezentative pentru această situație. Rolul procesului de validare este acela de a răspunde la întrebări precum:

Poate modelul și parametrii selectați să ofere o reprezentare corectă a realității?

Validarea și verificarea sunt importante atât pentru producătorii de programe de modelare numerică cât și pentru utilizatorii acestor programe și pentru alte persoane responsabile cu utilizarea rezultatelor modelării pentru analiza și proiectarea lucrărilor reale. În general verificarea este o sarcină ce le revine (deși nu în totalitate) producătorilor de programe pe când validarea revine (nu în

totalitate) utilizatorilor acestora. În orice caz, este important ca utilizatorii acestor “unelte” numerice avansate să înțeleagă posibilitățile și limitările modelelor și metodelor pe care le folosesc. (Brinkgreve R.B.J., 2013).

4. SURSE DE DISCREPANȚE

Un model numeric implică mai multe componente care pot introduce anumite aproximări și erori, fiind astfel necesară identificarea acestora precum și a rolului și contribuției lor asupra discrepanței totale. Identificarea discrepanțelor individuale posibile poate rezulta într-o îmbunătățire a modelului și o reducere a erorilor de modelare. Discrepanțele pot fi împărțite în următoarele categorii: simplificări, erori de modelare, modele constitutive, incertitudini, probleme legate de software și hardware și interpretarea greșită a rezultatelor.

4.1. Simplificări

Simplificările sunt rezultatul anumitor opțiuni de modelare făcute de către utilizatorul software-ului. Aceste simplificări se fac în diferite etape ale procesului de modelare. Câteva exemple sunt următoarele: simplificări geometrice, alegerea anumitor condiții de contur, simplificări în modul de comportare a materialelor, simplificări în procesul de execuție.

Utilizatorul trebuie să fie conștient de consecințele tuturor acestor simplificări ale realității.

4.2. Erori de modelare

Pe lângă simplificările prezentate anterior există o varietate de alte surse de erori de modelare. Unele pot fi reduse atunci când sunt recunoscute, altele pot fi complet evitate. Exemple de erori de modelare sunt următoarele: erori de intrare (introducere greșită a datelor), erori de discretizare, condiții de contur, integrarea parametrului “timp”, toleranțe, limitări ale teoriilor și metodelor folosite.

4.3. Modelare constitutivă

Probabil cea mai importantă parte a procesului de modelare numerică o reprezintă alegerea modelului constitutiv și determinarea parametrilor corespunzători acestuia. Comportarea reală a pământurilor poate include anumite aspecte care pot fi observate și măsurate prin încercări în laborator și in situ dar care sunt dificil de încorporat într-o formulare continuă, omogenă. Pe lângă limitările proprii

modelelor constitutive, referitoare la comportarea reală a pământurilor, amintim câteva aspecte importante care țin de modelarea constitutivă: comportarea în condiții nedrenate, comportarea pământurilor nesaturate, comportarea pseudo-elastică, plasticitate neasociată.

Utilizatorul unui software de analiză numerică cu element finit trebuie să fie conștient de aceste aspecte legate de modelarea constitutivă precum și de posibilitățile și limitările modelului/modelelor constitutive folosite în analiză.

4.4. Incertitudini

Până acum s-a făcut presupunerea că modul de comportare real al pământului este foarte bine cunoscut și că discrepanțele care ar putea să apară ar rezulta doar din procesul de modelare. În realitate însă sunt foarte multe aspecte ale unui proiect care nu sunt pe deplin cunoscute sau care nu pot fi măsurate cu precizie. Exemple de astfel de incertitudini sunt: insuficiente informații legate de natura terenului, variații spațiale ale caracteristicilor pământului, condițiile de solicitare în timpul unei acțiuni seismice, dezvoltări viitoare în apropierea proiectului în cauză, diferențele de execuție care apar față de proiectare.

Există mai multe metode care se pot aplica pentru a fi asigurat în privința acestor incertitudini: abordarea factorului global de siguranță, abordarea factorilor parțiali de siguranță, analize probabilistice, analize parametrice.

4.5. Probleme legate de software și hardware

Cu toate că majoritatea modelelor sau proceselor par să fie descrise în mod unic de modelele matematice care stau la baza lor, în momentul în care sunt implementate într-un software, rezultatele obținute pot să devieze față de formulările originale. Astfel de probleme legate de partea de software sau hardware nu pot fi influențate în mod imediat de către utilizator, ele fiind rezultatul fie a anumitor implementări specifice făcute de către producătorii de software, a sistemului de operare utilizat, fie a unei anumite configurații a calculatorului.

4.6. Interpretarea greșită a rezultatelor

Finalizarea procesului de modelare, a calculului efectiv și obținerea rezultatelor nu reprezintă sfârșitul problemei. Trebuie conștientizat faptul că modelul nu oferă în mod direct rezultatul problemei ingineresti, fiind necesară o “traducere” a rezultatelor obținute într-un sens care să fie relevant pentru proiectarea inginerască. “Traducerea” și interpretarea greșită a rezultatelor poate conduce la discrepanțe între situația reală și modelul de calcul. Exemple unde poate să apară interpretarea greșită a rezultatelor sunt: interpretarea factorilor de siguranță,

comportarea structurală (în situația în care structura este prea mult simplificată), omiterea unor detalii esențiale (în particular în cazul modelelor 3D complexe), în general o înțelegere și cunoștințe insuficiente în legătura cu programul de modelare utilizat. (Brinkgreve R.B.J., Engin E., 2013).

5. METODE DE VALIDARE

Până acum au fost identificate principalele surse de discrepanțe între proiectul real și modelul de calcul al acestuia. Pentru a gestiona aceste incertitudini și pentru a reduce potențialele discrepanțe modelul de calcul trebuie validat.

Înainte de a considera validarea unui anumit model pentru o aplicație practică este necesar să se verifice dacă modelele și metodele implementate în programul de calcul sunt sigure. Cu toate că, în principal, aceasta este responsabilitatea producătorului de software, o verificare a modelelor și metodelor relevante pentru soluționarea problemei ingineresti în cauză ar trebui făcută și de către utilizatorii programului de calcul. Verificarea se face prin compararea rezultatelor unor modele de calcul pentru situații tipice cu soluții deja cunoscute. Astfel de soluții sunt: soluții analitice a unor probleme de elasticitate, plasticitate, modele constitutive, probleme de dinamică, de capacitate portantă și altele; soluții de echilibru limită; analiză limită superioară și inferioară; lucrări de referință (benchmark).

După o astfel de verificare a metodelor și modelelor folosite într-un program de analiză cu element finit este necesară validarea modelului de calcul în sine. Validarea modelului ca un întreg nu este însă suficientă pentru a face plauzibil că rezultatele obținute sunt reprezentative pentru situația reală. În realitate discrepanțele ce pot să apară în componentele individuale ale modelului se pot anula unele pe altele dacă nu sunt validate individual. Așadar, pe lângă validarea modelului integral, este necesară și validarea componentelor individuale care îl alcătuiesc. (Brinkgreve R.B.J., Engin E., 2013).

5.1. Validarea modelelor constitutive și a parametrilor acestora

Alegerea unui anumit model constitutiv ar trebui să se bazeze pe o evaluare a posibilităților și limitărilor modelului respectiv în descrierea comportării pământului pentru aplicația în cauză. Combinația model constitutiv + parametri reprezintă “pământul artificial” care este folosit în cadrul modelului numeric. Modelul constitutiv oferă o descriere calitativă a modului de comportare al pământului pe când parametrii modelului sunt folosiți pentru a-l cuantifica.

Înainte de a analiza în detaliu modelul numeric efectiv este recomandat să se evalueze modul de comportare al “pământului artificial”. Acest lucru se poate face prin simulări simplificate ale unor încercări de laborator și compararea rezultatelor obținute cu rezultatele reale. În acest fel se pot înțelege mai bine posibilitățile, limitările și acuratețea modelului în descrierea particularităților de comportare sub încărcări ale pământului. Mai mult, parametrii modelului pot fi optimizați pentru a aproxima și mai bine modul de comportare real. Cu toate acestea trebuie de avut în vedere faptul că drumurile de efort, nivelul de solicitare și deformare în aplicația reală pot să difere semnificativ față de cele corespunzătoare încercărilor de laborator. Așadar, o potrivire bună a rezultatelor simulărilor cu cele ale încercărilor reale de laborator nu poate garanta că “pământul artificial” este o bună reprezentare a pământului real în aplicația practică. Totuși, simularea numerică a încercărilor de laborator este relevantă pentru a înțelege din punct de vedere calitativ modul de comportare al “pământului artificial” și prin urmare ar trebui considerată în procesul de validare. (Brinkgreve R.B.J., Engin E., 2013).

5.2. Validarea limitelor modelului numeric

Acestea limitează extinderea modelului și timpul de calcul. Este necesar de verificat dacă rezultatele modelului numeric sunt sau nu influențate de alegerea unei situații particulare de limite (figura 2). Acest lucru poate fi realizat prin refacerea analizei cu impunerea unor limite duse la distanțe și mai mari față de obiectul principal al modelării și compararea rezultatelor, însă acest lucru poate dura destul de mult.

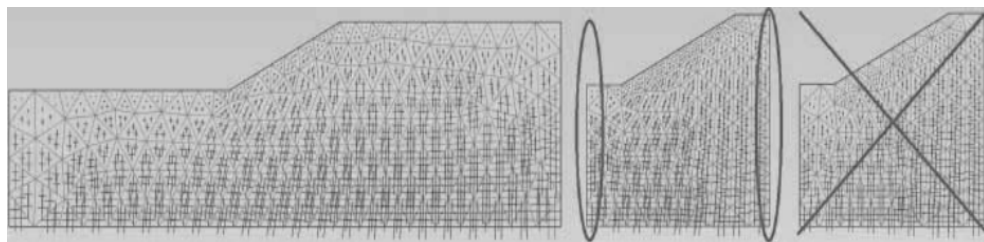


Fig. 2. Starea inițială de tensiuni într-o problemă de stabilitate. a. distribuție corectă bazată pe “procedura gravitațională”, b. “procedura gravitațională” cu limite neadecvate, c. distribuție greșită utilizând “procedura K_0 ”. (Brinkgreve R.B.J., Engin E., 2013).

O altă variantă ar fi verificarea, după fiecare analiză, a modificării stării de tensiuni și deformații în apropierea limitelor modelului; eventualele diferențe ar trebui să fie neglijabile.

5.3. Validarea condițiilor inițiale

Starea inițială de tensiuni în model poate să implice componente ale tensiunii totale sau efective, presiunea apei din pori, tensiuni de preconsolidare și alți parametri de stare, în funcție de modelul/modelele constitutive folosite. Starea inițială de tensiuni influențează direct forțele ce acționează asupra structurilor de sprijin și poate influența evoluția în timp a tasărilor. Prin urmare, validarea condițiilor inițiale este o etapă necesară a procesului de validare.

O procedură simplificată pentru a genera starea inițială de tensiuni presupune integrarea greutatei coloanei de pământ aflată deasupra fiecărui punct de tensiune pentru a calcula tensiunea verticală totală; scăzând apoi presiunea apei se determină tensiunea verticală efectivă și înmulțind-o pe aceasta cu o valoare K_0 se determină tensiunea laterală efectivă; componentele tangențiale ale tensiunii se consideră nule în această fază. Această procedură, cunoscută sub denumirea de “metoda K_0 ”, are dezavantajul că nu garantează o stare de echilibru a tensiunilor în masivul de pământ. Prin urmare, când se folosește această metodă, trebuie să se valideze faptul că starea de tensiuni este în echilibru și că este corect să presupunem că, în starea inițială, tensiunile tangențiale sunt nule.

Alternativ, starea inițială de tensiuni poate fi calculată prin încărcarea modelului cu forțele gravitaționale asociate greutateilor volumice ale materialelor. Cu toate că această procedură gravitațională va rezulta într-o stare de echilibru de tensiuni ea s-ar putea să nu reprezinte corect starea inițială de tensiuni a situației reale din moment ce nu este luat în considerare întregul istoric al încărcărilor. Prin urmare, pe lângă procedura gravitațională standard, s-ar putea să fie necesare anumite calcule pentru a simula condițiile relevante de încărcare din trecut care au o influență asupra stării de tensiuni în momentul începerii proiectului în cauză. Trebuie de asemenea reținut că pământurile nedrenate vor trebui să fie modelate temporar ca drenate în timpul generării stării inițiale de tensiuni pentru a evita generarea de presiuni în excess în porii pământului, acestea fiind nerealiste. (Brinkgreve R.B.J., 2013).

5.4. Lucrări de referință (benchmark)

O lucrare de tip “benchmark”, în contextul validării și verificării, este un exemplu de problemă bine definită pentru care există o soluție de referință. Majoritatea lucrărilor de referință sunt probleme practice simplificate pentru care nu există nici o soluție analitică, ci doar o soluție (numerică) de referință. Utilizatorii de programe de modelare pot folosi aceste lucrări de referință pentru a verifica dacă obțin o soluție asemănătoare. Din moment ce soluțiile se obțin prin metode numerice este foarte probabil ca acestea să difere într-o oarecare măsură față de cele date de lucrările de referință, însă anumite diferențe procentuale sunt acceptate. (Brinkgreve R.B.J., 2013).

6. CONCLUZII

În lucrarea de față au fost prezentate principalele aspecte legate de conceptul de modelare și a fost discutată importanța verificării și validării modelelor de calcul în ingineria geotehnică. Noțiunile prezentate sunt îndreptate în principal înspre generația tinerilor ingineri, aceștia putându-le folosi ca instrucțiuni pentru a-i ajuta în momentul în care pornesc în cercetarea acestei laturi a ingineriei geotehnice, modelarea. Trebuie de avut în vedere faptul că modelarea eficientă este o abilitate care se dobândește în timp. De asemenea, modelarea este un proces de durată, fiecare exercițiu de modelare necesitând sute până la mii de simulări.

În ceea ce privește verificarea și validarea modelelor de calcul au fost prezentate principalele surse de discrepanțe în modelarea numerică și metodele de verificare și validare care pot fi folosite de către inginerul geotehnician, utilizator de programe de modelare, pentru a avea certitudinea că rezultatele obținute sunt de încredere și pot fi utilizate pentru analizarea și proiectarea lucrărilor de natură geotehnică.

Bibliografie

1. Brinkgreve R.B.J., Engin E., (2013), Validation of geotechnical finite element analysis, Proc. 18th Int. Conf. on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering, Paris, 677-682.
2. Brinkgreve R.B.J., (2013), Validating geotechnical finite element models, Proc. 3rd Int. Symp. On Computational Geomechanics (COMGEO III), Krakow, Poland, 292-304.
3. Barbour S.L, Krahn J., (2004), Numerical Modelling – Prediction or Process?, Geotechnical News, 44-52.
4. Popa H., Batali L., (2010), Using Finite Element Method in geotechnical design. Soil constitutive laws and calibration of the parameters. Retaining wall case study, WSEAS TRANSACTIONS on APPLIED and THEORETICAL MECHANICS, Issue 2, Volume 5, 177-186.
5. Carter J.P., Desai C.S., Potts D.M., Schweiger H.F., Sloan S.W., (2000), Computing and computer modeling in geotechnical engineering, Proc. GeoEng 2000, Int. Conf. on Geotechnical and Geological Engineering, Melbourne, Technomic, 1157-1252.
6. NAFEMS i.c.w. ASME, (2009), What is Verification and Validation? Leaflet. NAFEMS, UK. www.nafems.org

Stabilizarea pământului prin procedee chimice în formarea pernelor pentru fundarea directă

Silviu Prisecariu,

doctorand, Facultatea de Construcții și Instalații, Iași, silviu.prisecariu@gmail.com

Rezumat

Dezvoltarea continuă a centrelor urbane conduce la construirea pe terenuri încadrate în categoria terenurilor dificile de fundare. Pentru a rezolva această problemă, cea mai la îndemână metodă constă în realizarea unei perne de pământ sub fundația viitoare construcții. În cazul în care în apropierea viitoare construcții nu există un depozit de pământ corespunzător, prețul transportului nu justifică folosirea acestei metode. Pentru a rezolva această problemă, se adoptă îmbunătățirea pământului din amplasament prin folosirea stabilizatorilor precum cimentul, varul, cenușa de termocentrală, silicați, bitum sau mai nou, cu ajutorul polimerilor.

Cuvinte cheie: îmbunătățirea pământurilor, polimeri, stabilizare pământuri.

1. INTRODUCERE

Urbanizarea la nivel global este în plină dezvoltare iar tendința pare să continue și în viitorul apropiat. Pe măsură ce numărul populației crește, în mediul urban sunt necesare facilități adiționale ce vor deservi oamenii. Multe dintre aceste facilități constau în diverse construcții, cum ar fi locuințe, clădiri de birouri sau utilități, ce necesită amplasarea în interiorul mediului urban. Acest spațiu necesar este obținut în general în trei moduri:

- structurile existente sunt demolate pentru a face loc clădirilor noi;
- noile construcții sunt realizate pe amplasamente din limitele urbane ce nu au fost folosite anterior din cauza condițiilor de teren;
- limitele urbane sunt extinse pentru a furniza noi amplasamente necesare dezvoltării.

Unul dintre criteriile principale în alegerea unui amplasament constă în capacitatea terenului de a susține construcția ce urmează a fi realizată. În majoritatea arealelor urbane, cele mai bune amplasamente au fost folosite primele, urmate pe măsura dezvoltării de amplasamente în care terenul de la suprafață nu permite construcții ce transmit încărcări mari. Soluția tradițională în cazul acestor construcții o constituie fundarea în adâncime prin intermediul piloților, caz în care o mică parte

din încărcare este transmisă prin intermediul radierului terenului slab de la suprafață, iar cealaltă parte a încărcării este transmisă prin intermediul piloților terenului bun de fundare. În ciuda dezvoltării acestei tehnologii, cererea a crescut în privința unor soluții mai economice. Pentru a satisface această cerere, au fost dezvoltate numeroase soluții de stabilizare a pământului. Acestea implică modificarea parametrilor pământului astfel încât terenul de fundare să poată prelua încărcările transmise prin intermediul fundațiilor de suprafață.

2. ASPECTE GENERALE PRIVIND STABILIZAREA ȘI ÎMBUNĂTĂȚIREA PĂMÂNTURILOR

Conform normativului NP 074/2014 – Normativ privind documentațiile geotehnice pentru construcții, din categoria pământurilor dificile de fundare fac parte nisipurile afânate, nisipurile saturate susceptibile la lichefiere sub acțiuni dinamice, pământurile fine cu consistență redusă ($I_c < 0.5$), pământurile loessoide aparținând grupei B de pământuri sensibile la umezire, pământurile argiloase cu umflări și contracții mari, pământurile cu conținut ridicat de materii organice (peste 6%), terenurile în pantă cu potențial de alunecare [9].

Una dintre metodele cel mai des folosite și mai puțin complicate, în cazul fundării pe pământuri dificile constă în realizarea, sub fundația viitoarei construcții, unei perne dintr-un pământ bun de fundare.

Realizarea unei perne este una din cele mai vechi și simple metode de modificare a capacității portante astfel încât să fie posibilă fundarea de suprafață. Metoda constă în excavarea pământului slab și înlocuirea cu un material mai bun (vezi figura 1). Atât timp cât materialul are o rezistență mai bună decât pământul excavat, tasarea pământului de sub fundație este redusă iar factorul de siguranță crește. Cu cât materialul adăugat este mai bun, cu atât capacitatea portantă crește [12].

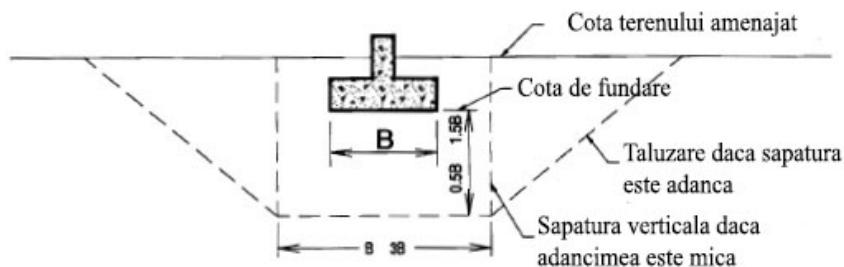


Fig. 1. Dimensiuni uzuale ale săpăturii

Înlocuirea pământului cu un alt tip de pământ este folosită de obicei atunci când stratul slab nu are o grosime foarte mare. Pământul ce urmează a fi utilizat poate fi același pământ ce a fost excavat căruia i-au fost aduse modificări sau poate fi un pământ obținut dintr-o groapă de împrumut. Acest material de umplutură poate fi o argilă, nisip, pietriș sau balast, în special în situațiile în care nivelul freatic este ridicat sau atunci când se dorește un material drenant sub fundație. Pentru a atinge o rezistență și o rigiditate maxim posibilă, umplutura este compactată în straturi elementare pe măsură ce săpătura este umplută. În cazul în care nisipul sau balastul nu pot fi utilizate din diverse motive (de exemplu, distanță mare de transport ce conduce la costuri ridicate), poate fi folosit pământul excavat cu condiția ca acesta să fie îmbunătățit chimic și compactat în straturi elementare. Pământul tratat chimic, în general, are o permeabilitate relativ scăzută, folosirea lui putând conduce la schimbări locale sau regionale ale nivelului freatic și al infiltrațiilor din precipitații, modificări ce necesită a fi luate în considerare. Este posibilă excavarea și folosirea aceluiași pământ fără ca acesta să fie tratat chimic, fiind compactat, dar această situație este mai rar întâlnită. Dacă terenul slab de fundare este necoeziv, sunt disponibile alte metode mai economice de îmbunătățire. În cazul pământurilor coezive, excavarea și compactarea acestora poate conduce la un pământ cu rezistențe inițiale ridicate dar care poate prezenta o susceptibilitate la variații de volum și reduceri ale rezistențelor cauzate de schimbarea umidității.

Problema care apare la realizarea acestei perne este legată de existența în apropierea viitoarei construcții a unui depozit de pământ de umplutură adecvat, astfel încât prețul transportului să justifice folosirea materialului de aport [2].

În cazul în care gropile de împrumut se găsesc la distanțe mari, din punct de vedere economic, nu se mai justifică folosirea lor. În această situație se recurge la folosirea materialelor locale, dar care trebuie amestecate cu alte materiale de adaos astfel încât proprietățile lor să se încadreze în anumite cerințe minime impuse.

Stabilizarea pământurilor, conform Lambe și Withman, 1979, constă în modificarea parametrilor pământului pentru îmbunătățirea performanțelor ingineresti. Parametrii principali vizați sunt cei mecanici [6]. Tehnicile de îmbunătățire pot fi clasificate în funcție de diverse criterii cum ar fi tehnici mecanice, chimice sau fizice. În cazul îmbunătățirilor mecanice, densitatea pământului este mărită prin aplicarea unui lucru mecanic (ex. compactarea). Îmbunătățirea prin procedee chimice presupune încorporarea aditivilor cum ar fi un alt tip de pământ, materiale industriale sau resturi ale proceselor industriale (ciment, var, cenușă de furnal etc.). Îmbunătățirea prin procedee fizice presupune schimbarea condițiilor fizice ale pământului fie prin încălzire, fie prin înghețare.

Conform EM 1110 – 3 – 137, stabilizarea unui pământ este definită ca procesul de malaxare și amestecare a materialelor cu pământul pentru îmbunătățirea proprietăților specifice pământului, de obicei pentru îmbunătățirea parametrilor mecanici [3].

Conform EM 1110 – 3 – 137, modificarea unui pământ este definită ca procesul de stabilizare care are ca rezultat îmbunătățirea numai a unor proprietăți fizice, fără a conduce la creșteri semnificative ale rezistenței și durabilității [3].

Metodele chimice se bazează pe îmbunătățirea calitativă a pământului, prin interacțiunea chimică și fizică a unor substanțe cu particulele solide din teren, precum și cu apa din complexul de adsorbție. În cadrul acestor procese se folosesc în general: ciment, var, argilă, bitum, cenușă de termocentrală, zgură de furnal, silicați etc.

3. METODE CHIMICE DE ÎMBUNĂȚĂȚIREA A PĂMÂNTURILOR

3.1. Îmbunătățirea pământurilor cu ciment

Cimentul este folosit cu succes în diverse probleme geotehnice cum ar fi:

- îmbunătățirea capacității portante;
- reducerea potențialului de umflare și contracție a pământurilor cu umflări și contracții mari;
- reducerea potențialului de lichefiere a nisipurilor și a nisipurilor prăfoase;
- protecția taluzurilor contra eroziunii;
- realizarea terasamentelor.

Cimentul poate fi folosit pentru îmbunătățirea tuturor tipurilor de pământ cu excepția pământurilor cu conținut ridicat de materii organice [12].

În cazul argilelor grase, îmbunătățirea cu ciment este dificilă din două motive: (a) dificultatea de a amesteca cimentul cu argila în situ, (b) sunt necesare cantități mari de ciment pentru a îmbunătăți semnificativ parametrii. Pentru a reduce aceste dificultăți, uzual se folosește o tratare prealabilă cu var, ce va reduce plasticitate argilei grase deci o lucrabilitate mai bună. După o perioadă de 1 – 3 zile de la tratarea cu var, pământul poate fi îmbunătățit cu ciment. Unde s-ar putea să se găsească în structura pământului (în principal sulfatii), pot întrerupe legăturile de cimentare și astfel reduc eficacitatea îmbunătățirii cu ciment. Această problemă poate fi rezolvată prin creșterea dozajului de ciment.

Cimentul Portland este tipul cel mai folosit în probleme de îmbunătățire a terenului de fundare, unul dintre motive fiind costul relativ scăzut. Cei patru compuși principali ai cimentului Portland sunt:

Tabel 1. Compuși principali ai cimentului Portland

Denumire compus	Formula Chimică	Simbolizare
Silicat tricalcic	$3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$	C_3S
Silicat dicalcic	$2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$	C_2S
Aluminat tricalcic	$3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$	C_3A
Feroaluminatul tetracalcic	$4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$	C_4AF

- C_3S se întărește rapid și contribuie în principal la rezistențele inițiale;
- C_2S se întărește mai lent și contribuie în principal la creșterile în rezistență între 1 și 7 zile;
- C_3A degajă o cantitate mare de căldură în cursul primelor zile de la hidratare și contribuie într-o proporție redusă la creșterea rezistențelor. Cimenturile cu rezistență sulfatică au un procent mai mic de 8% de C_3A ;
- C_4AF reduce temperatura de clincherizare.

Procentul de ciment necesar tratării pământului depinde de tipul de pământ și de modul de parametri doriți a fi obținuți. Această tratare poate fi împărțită în două categorii: modificare și stabilizare. Modificarea presupune ca un procent redus de ciment să fie încorporat în pământ astfel încât să fie îmbunătățită lucrabilitatea acestuia printr-o reducere a plasticității și o aglomerare a particulelor componente. Dacă este adăugat un procent mare de ciment pământului, proprietățile suprafețelor moleculare sunt modificate, particulele componente fiind cimentate.

Procentul de ciment trebuie determinat pentru fiecare proiect în parte, prin evaluarea unor amestecuri cu pământul considerat. Pentru acestea se vor efectua încercări Proctor pentru determinarea umidității optime de compactare, precum și încercări de laborator pe probe cu diferite procente de ciment pentru a stabili procentul minim de ciment necesar obținerii anumitor parametri doriți.

3.2. Îmbunătățirea pământurilor cu var

În mod curent sunt folosite două tipuri de var pentru stabilizarea pământurilor coezive:

- Oxidul de calciu (CaO) – cunoscut ca și var nestins sau var ars.
- Hidroxidul de calciu ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) – cunoscut și ca var stins.

Tratarea cu var este eficientă în pământuri având un indice de plasticitate cuprins între 10 și 50. Folosirea varului în stabilizarea pământurilor cu un procent redus de argilă nu este recomandată deoarece stabilizarea se produce prin reacțiile varului cu particulele minerale ale argilei. Toate mineralele argilei reacționează cu varul, proporțiile reacțiilor crescând odată cu procentul de silicați prezent. Astfel mineralele tristrat (montmorilonit, illit) sunt mai reactive decât cele dublu strat (kaolinit). Disponibilitatea dioxidului de siliciu din mineralele argiloase este de

asemenea importantă. Astfel, illitul este mai puțin reactiv decât montmorilonitul datorită faptului că silicații sunt legați de ceilalți silicații prin ioni ce nu sunt ușor interschimbabili.

În cazul pământurilor coezive au loc patru reacții generale în urma tratării cu var:

- Carbonatarea.
- Schimbul cationic.
- Aglomerarea particulelor.
- Cimentarea puzzolanică.

Carbonatarea are loc dacă dioxidul de carbon din aer intră în matricea var – pământ și conduce la formarea carbonatului de calciu. Acesta este un liant slab, fiind solubil în apă. Carbonatarea nu este dorită deoarece reduce procentul de var disponibil cimentării puzzolanice.

Varul combinat cu apa conduce la cationi de calciu liberi ce pot înlocui cationi din cadrul schimbului complex din pământ. Schimbul cationic este parțial răspunzător pentru aglomerarea particulelor de argilă [7].

Reacțiile puzzolanice ce au loc în cadrul complexului var – pământ sunt similare celor ce au loc în cazul complexului ciment – pământ. Aceste reacții au loc doar în prezența apei. Astfel reacțiile nu au loc în pământuri uscate și vor înceta în cazul pământurilor umede ce se usucă. Caracteristicile principale ale pământului ce determină eficacitatea tratării cu var, conform TRB 1987, includ:

- tipul și procentul mineralelor argiloase;
- procentul de silicați și aluminați;
- pH –ul;
- conținutul de carbon organic;
- gradul de umiditate;
- prezenta carbonaților și a sulfatilor.

3.3. Îmbunătățirea pământurilor cu cenușă de termocentrală

În urma procesului termic din cadrul termocentralelor rezultă două tipuri de reziduri, cenușa și zgura. Zgura este colectată din partea inferioară a furnalului, iar cenușa din partea superioară a acestuia, fie prin procedee mecanice, fie prin procedee electrostatice. Particulele zgurei au mărimi cuprinse între cele corespunzătoare nisipului fin și cele ale pietrișului, fiind folosită ca strat de umplutură în cazul execuției drumurilor.

Cenușa de termocentrală are dimensiuni ale particulelor comparabile prafurilor, fiind folosită în diverse scopuri. Proprietățile fizice și chimice ale cenușii variază și sunt dependente de mineralogia și puritatea cărbunelui ars, de procesul și echipamentul folosit, precum și modul de colectare a cenușii. Principalii compuși

chimici principale ce se regăsesc în cenușa sunt dioxidul de siliciu (SiO_2), oxizi de aluminiu (Al_2O_3), oxizi de fier (Fe_2O_3) și oxizi de calciu (CaO). Pe lângă acești compuși principali se mai găsesc oxizi de magneziu (MgO), dioxid de titan (TiO_2), trioxide de sulf (SO_3), etc.

Temperaturile scăzute, conținutul ridicat de materii organice și conținutul ridicat de sulfați afectează reacțiile ce au loc. Astfel, la temperaturi sub 14°C , reacțiile sunt aproape inexistente. Materiile organice afectează reacțiile de cimentare ale cenușii într-un mod asemănător comportamentului în cazul cimentului Portland, în principal prin absorbția ionilor de calciu. O altă problemă în cazul folosirii cenușii de termocentrală este reprezentată de formarea etringitei ($\text{Ca}_6\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3(\text{OH})_{12} \cdot 26\text{H}_2\text{O}$), ce prezintă umflări mari. Aceasta se formează în cazul cenușii cu conținut ridicat de sulfați.

Cantitatea de cenușă adăugată depinde de o multitudine de factori precum caracteristicile dorite ale materialului stabilizat, proprietățile cenușii, aditivii și pământul. Având în vedere caracteristicile pe care le poate avea cenușa, precum și reacțiile complexe ce pot avea loc în cadrul complexului cenușă – pământ, procentul de cenușă va fi determinat în laborator.

3.4. Îmbunătățirea pământurilor prin silicatzare

Silicatzarea constă în injectarea în pământ a unei soluții fluide de silicat de sodiu. În prezența unui electrolit, silicatul de sodiu precipită în porii pământului gelul de silice, insolubil în apă, care prin întărire cimentează particulele de pământ, asigurând sporirea rezistenței și micșorarea permeabilității pământului [7].

Silicatzarea cu două soluții se utilizează în pământuri nisipoase. Cele două soluții, silicatul de sodiu și clorura de calciu, se injectează succesiv.

Silicatzarea cu o soluție este posibilă la pământurile bogate în săruri de calciu, la care electrolitul se găsește chiar în pământ. În cazul pământurilor loessoide, silicatul de sodiu intră în reacție cu sărurile de calciu aflate în porii pământului.

3.5. Îmbunătățirea pământurilor cu polimeri

3.5.1. Istoricul dezvoltării îmbunătățirii cu polimeri

Un studiu al literaturii de specialitate indică cercetări numeroase ale folosirii aditivilor tradiționali în probleme de îmbunătățire a pământurilor, aditivi ca varul, cimentul sau cenușa de termocentrală. În privința aditivilor alternativi, articolele sunt reduse ca număr.

Oldham și colaboratorii, în anul 1977, au realizat o sinteză a potențialilor stabilizatori identificați de Corpul ingineresc al armatei americane (Corps of Engineers). Cercetările au fost realizate în perioada 1946 – 1977, scopul fiind reprezentat de aplicațiile militare. Astfel sunt identificate ca substanțe cu potențial stabilizator următoarele: acizi, bitum, ciment, var, rășini, săruri, silicați și alți potențiali stabilizatori cu diferite grade de îmbunătățire. Rezultatele cercetărilor au fost împărțite în funcție de tipul de pământ, demonstrând că performanțele stabilizatorilor diferă în funcție de tipul pământului. Totodată a fost demonstrat că mecanismul de stabilizare pentru anumiți agenți stabilizatori, cum ar fi sărurile, este adecvat anumitor condiții de mediu. O rășină polimerică a oferit cea mai mare creștere a rezistenței la forfecare pentru pământuri nisipoase. Majoritatea produselor evaluate în cadrul acestei cercetări nu mai sunt comercializate, și-au schimbat formula sau și-au schimbat numele de comercializare [10].

În anul 1992, Schloen a clasificat stabilizatorii alternativi în cinci categorii: electrolitici, enzime, asfalturi minerale, umpluturi argiloase și polimeri acrilici. Santoni și colaboratorii, în anul 2002, au studiat efectul unor aditivi alternativi și tradiționali în comportarea nisipurilor prăfoase. Au fost evaluați 12 stabilizatori netradiționali incluzând acizi, enzime, sulfați, emulsii petroliere, polimeri și trei rășini. Unele probe au fost stabilizate folosind emulsii asfaltice, ciment și var pentru a oferi o comparație a stabilizatorilor tradiționali în aceleași condiții. Rezultatele au condus la concluzia că polimerii au cel mai bun potențial de creștere a rezistențelor la forfecare a nisipurilor prăfoase [13].

O emulsie polimerică pe bază de apă a fost folosită pentru a modifica structural pământurile nisipoase în anul 2003 de către Al – Khanbashi și El - Gamal. Au fost folosite trei emulsii polimerice: o emulsie stiren acrilică – emulsie copolimerică; celelalte două emulsii au fost vinil acrilice – emulsii copolimerice. Substanțele folosite au îmbunătățit parametrii mecanici și au redus conductivitatea hidraulică a pământurilor prin încorporarea unor procente de polimer [1].

3.5.2. *Mecanismul de îmbunătățire*

Îmbunătățirea pământurilor cu polimeri constă în umplerea porilor, reacții chimice cu particulele de pământ și încapsularea particulelor de pământ. Polimerii folosiți sunt în general de tipul polivinil acetat, ce conțin lanțuri macromoleculare și grupări carboxil ($-OOCCH_3$). În urma îmbunătățirii pământurilor argiloase polimerul umple porii și îmbracă particulele de pământ. Grupările $-OOCCH_3$ din structura moleculară a polimerului intră în reacție cu ionii pozitivi ai particulelor de argilă și crează legături între molecule și particule. Prin aceste legături, lanțurile macromoleculare ale polimerului încapsulează particulele și le interconectează, formând o structură tip membrană vâscoasă – elastică. Astfel, stabilitatea internă, rezistența la forfecare și rezistența la eroziune sunt îmbunătățite.

Reacțiile chimice dintre stabilizator și pământ necesită câteva zile, rezistența la compresiune crescând rapid în primele 24 de ore, apoi scăzând până la o valoare constantă. Umplerea porilor, precum și legăturile create între particulele pământului conduc la o creștere a coeziunii. În ceea ce privește procentul de polimer folosit pentru îmbunătățirea pământului, trebuie avută în vedere mineralogia precum și porozitatea.

Pe măsură ce concentrația de polimer folosită este mai mare, interacțiunea dintre molecule și particulele de pământ este îmbunătățită, suprafața particulelor fiind încapsulată în totalitate în lanțurile macromoleculare. Astfel se creează o structură completă tip membrană rezultând o creștere proporțională a coeziunii. Cu cât concentrația de polimer este mai mare, cu atât rezistența la eroziune crește iar permeabilitatea scade.

4. CONCLUZII ȘI DEZVOLTĂRI ULTERIOARE

Procedeele de transformare a proprietăților și implicit a parametrilor pământului conduc la modificări ale structurii. În mod uzual se folosesc metode variate, stabilizatorii folosiți în mod tradițional fiind cimentul, varul, cenușa de termocentrală, silicați sau bitum. Pe lângă acești stabilizatori, în ultimul timp pe piață au apărut substanțe noi pentru îmbunătățirea pământurilor, fiind utilizate în general substanțe polimerice. Fiind un domeniu relativ nou, îmbunătățirea cu polimeri necesită cercetări amănunțite pentru a putea fi stabilite proporțiile optime necesare îmbunătățirii diferitelor tipuri de pământ.

Bibliografie

1. Al-Khanbashi A., Abdalla S.H.W., Evaluation of three waterborne polymers as stabilizers for sandy soil, Geotechnical and Geological Engineering, 2006
2. Aniculăseși M., Stanciu A., Lungu I., Reducerea potențialului de umflare - contracție a pământurilor expansive, Revista Construcțiilor, martie 2015
3. EM 1110 – 3 – 137, Engineer Manual, Soil Stabilization for Pavements and Mobilization Construction
4. Fajobi A.B., Ige O.O., Adeleye O.K., Engineering Properties of Acrylic Resin On Lime Stabilized Soil, Transnational Journal of Science and Technology, December 2012
5. Gopal R., Singh J., Das G., Chemical Stabilisation of Sand Comparative Studies on Urea-Formaldehyde Resins As Dune Sand Stabiliser and Effect of Compaction On Strength (part IV), Indian Society of Desert Technology, Jodhpur, India, 1983
6. Lambe T.W., Whitman R.V., Soil Mechanics, S.I. version, New York, Wiley, 1979
7. Manoliu I., Fundații și procedee de fundare, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1977
8. Newman J. Kent, Rapid Soil Stabilization Technologies, US Army Engineer Research and Development Center, 2008
9. NP 074/2014 – Normativ privind documentațiile geotehnice pentru construcții

10. Oldham J.C., Eaves R.C., White D.W., Materials Evaluated as Potential Soil Stabilizers, Miscellaneous Paper S-77-15, U.S. Army Engineer Waterways Experiment Station, 1977
11. Palmer J.T., Edgar T.V., Boresi A.P., Strenght and Density Modification of Unpaved Road Soils due to Chemical Additives, University of Wyoming – Department of Civil and Architectural Engineering, 1995
12. Practical Foundation Engineering Handbook, 2004
13. Santoni L. R., Tingle S. J., Nieves M., Accelerated Strenght Improvement of Silty Sand Using Nontraditional Additives, TRB Annual Meeting, August 2012
14. Tingle S.J., Newman J.K., Larson L.S., Weiss A.C., Rushing F.J., Stabilization Mechanism of Nontraditional Additives, 2007
15. Williams O., Roa-Espinosa A., Sojka E. R., Glenn M. G., Imam H. S., Erlacher K., Pedersen J.S., Use of Syntetic Polymers and Biopolymers for Soil Stabilization in Agricultural, Construction and Military Applications, Journal of Materials In Civil Engineering, Ianuarie 2007

Abordarea metodei bazată pe performanță în ingineria securității la incendiu în construcții

Constantin Sorin Scutărășu,

doctorand Facultatea de Construcții și Instalații, sorinscutarasu@gmail.com

Rezumat

Metoda bazată pe performanță în ingineria securității la incendiu față de metoda prescriptivă, utilizată frecvent în practică de specialiștii din domeniul construcțiilor, permite proiectarea unor caracteristici și utilizări particulare (personalizate) unei clădiri sau a unui spațiu aferent clădirii și promovează o mai bună înțelegere a comportării unei clădiri aflată în situația la incendiu, dar necesită acumularea unei experiențe considerabile, timp mai mare de rezolvare și prezintă sensibilitate la cele mai mici modificări. Însă și aceste dezavantaje pot fi reduse prin utilizarea și corelarea programelor de simulare a incendiului și calcul la foc.

Cuvinte cheie: ingineria securității la incendiu, simulare a incendiului, optimizare, construcții speciale.

1. INTRODUCERE

Pentru a înțelege conceptul de ingineria securității la incendiu trebuie definit procesul de ardere. Procesul de ardere este o reacție chimică ce se realizează în prezența a trei factori: combustibilul, comburantul (oxigenul) și sursa de căldură. Cele trei variabile formează triunghiul focului.

Incendiul este arderea autoîntreținută și neorganizată ce produce efecte dăunătoare și a cărei propagare, în timp și spațiu, este nelimitată dacă nu se intervine (ardere necontrolată).

Incendiul se desfășoară în cinci etape:

- faza I, apariția focarului inițial al arderii;
- faza II, arderea lentă;
- faza III, arderea activă sau dezvoltarea incendiului; din această fază incendiul poate evolua în trei moduri, respectiv producerea fenomenului flashover (etapă în care arderea se produce la nivelul tuturor suprafețelor combustibile adiacente locului unde s-a inițiat incendiul), producerea regresiei, respectiv producerea fenomenului backdraft (când nu este suficient aer în spațiul incendiat, dar

alimentat, accidental, cu aer din exterior prin deschiderea unui geam, a unei uși sau prin crăpături apărute în pereți);

- faza IV, arderea generalizată sau generalizarea incendiului;
- faza V, regresia incendiului.

Securitatea la incendiu poate fi abordată în două moduri:

- prescriptiv (“meșteșugărește”, Dan Diaconu-Șotropa, 2014) și
- bazat pe performanță (inginerește).

Articolul prezintă avantajele utilizării metodei bazată pe performanță în ingineria securității la incendiu în construcții, stadiul actual al cercetării privind utilizarea și corelarea programelor de simulare a incendiului și calculului la foc și direcții noi de cercetare în domeniu.

2. STADIUL ACTUAL ÎN ABORDAREA SECURITĂȚII LA INCENDIU

2.1. Abordarea securității la incendiu în construcții

2.1.1. *Metoda prescriptivă*

Abordarea prescriptivă este bazată pe reguli; exemplul concret este Normativul de siguranță la foc a construcțiilor P118-99, care stabilește performanțele și nivelele de performanță admisibile privind securitatea la incendiu a construcțiilor. Documentul normativ impune un set de măsuri active și pasive privind securitatea la incendiu și anume condiții privind performanțele minime ale clădirilor în funcție de tip și destinație respectiv amplasarea construcțiilor, alcătuirile constructive, limitarea propagării focului și fumului, evacuarea fumului (desfumare) și a gazelor fierbinți, limitarea timpilor și lungimilor de evacuare și toate acestea în funcție de riscul la incendiu și gradul de rezistență la foc al obiectivului analizat.

Normativul de siguranță la foc P118-99, ce utilizează metoda prescriptivă, se aplică construcțiilor din categoria C de importanță și cu destinații curente (civile, de producție și/sau depozitare, mixte) proiectate și realizate din materiale de construcții tradiționale (lemn, metal, beton, piatră, ceramică, sticlă). Normativul menționează în plus faptul că pentru construcțiile din categoriile de importanță A și B sunt necesare stabilirea și asigurarea de măsuri suplimentare de siguranță la foc, iar materialele și elementele noi de construcții și instalații se utilizează în conformitate cu prevederile agrementelor tehnice ale acestora, emise potrivit legii.

În același timp, pentru construcțiile monumente istorice sau de arhitectură, normativul P118-99 are caracter de recomandare, urmând a fi luate doar măsuri de îmbunătățire a siguranței la foc fără afectarea caracterului monumentului.

Utilizarea metodei prescriptive, normativul P118-99, conduce la adoptarea unor soluții ce subdimensionează, supradimensionează sau limitează de cele mai multe ori atât măsurile pasive (alcătuirea elementelor de construcții, evacuarea fumului și gazelor fierbinți, timpii și lungimile de evacuare) cât și cele active. Prin urmare pe baza normativului P118-99 nu se pot adopta soluții optime de protecție și intervenție.

Un exemplu concret asupra condițiilor limitative ale normativului este stabilirea unui grad de rezistență la foc inferior acordat unei clădiri civile, încadrată ca monument istoric, din cauza faptului că planșeul este din lemn. Chiar dacă soluția de intervenții asupra planșeului cu placarea acestuia cu elemente de protecție la foc, care în urma unor teste ar rezulta că are rezistență la foc de minim 45 de minute, clădirea este încadrată în gradul IV de rezistență la foc. Pentru a putea fi încadrată totuși în gradul II de rezistență la foc, sistemul constructiv al planșeului trebuie să fie agrementat tehnic pe baza testelor desfășurate în cadrul unui laborator autorizat, ceea ce ar însemna prelevare de elemente originale din cadrul sistemului constructiv.

O altă problemă în cadrul unei clădiri încadrată ca monument istoric o reprezintă timpii și lungimile de evacuare. Chiar dacă geometria lungimilor de evacuare ar permite evacuarea persoanelor din cadrul clădirii în timp util, respectiv până în momentul în care fumul și gazele fierbinți pot influența negativ pe cei ce se evacuează sau până când elementele structurale își pierd stabilitatea, normativul limitează timpii și lungimile de evacuare în funcție de gradul de rezistență la foc și de tipul sau destinația clădirii.

2.1.2. Metoda bazată pe performanță

Ingineria securității la incendiu sau așa cum este denumită în literatura de specialitate internațională Fire Safety Engineering, reprezintă aplicarea principiilor științifice și ingineresti asupra efectelor focului (arderea necontrolată) cu scopul de a salva viața sau proprietatea, de a cuantifica pericolul și riscul la incendiu, respectiv a efectelor acestuia și de a furniza măsurile optime de prevenție și protecție.

Avantajele abordării bazată pe performanță:

- permiterea proiectării unor caracteristici și utilizări particulare (personalizate) unei clădiri sau unui spațiu aferent clădirii; ca exemplu, un magazin dintr-un complex comercial, conform abordării prescriptive, are aceleași condiții de protecție și prevenție împotriva incendiilor ca și celelalte magazine din aceeași categorie de pericol la incendiu, respectiv risc la incendiu, însă acest magazin poate

să aibă o categorie diferită de pericol la incendiu și de risc la incendiu, respectiv poate să aibă sau nu lichide inflamabile, sau poate să nu depoziteze sau să depoziteze puține materiale combustibile; pe de altă parte, luând în considerare geometria căilor de evacuare din interiorul magazinului cât și împrăștierea fumului și gazelor fierbinți sau comportamentul uman în situația de incendiu se pot optimiza măsurile pasive și active special pentru magazinul respectiv; aceasta se poate realiza prin intermediul programelor performante, de exemplu Fire Dynamics Simulation-FDS, care utilizează metode matematice implementate în program (simulează numeric incendiile și comportamentul uman); astfel de abordări ar conduce la optimizarea considerabilă a costurilor;

- promovarea mai bune înțelegeri a comportării unei clădiri aflată în situația de incendiu; de exemplu, utilizând regulile metodei prescriptive, după un scenariu cu caracteristici general stabilite, rezultă faptul că imobilul, respectiv compartimentul de incendiu sunt în regulă din toate punctele de vedere ale condițiilor de protecție și prevenție în caz de incendiu. Dar, un singur scenariu nu poate reflecta toate posibilitățile de izbucnire a unui incendiu; să luăm în considerare un scenariu extrem, și anume posibilitatea ca în timpul exploatării construcției, să aibă loc o coliziune a unui vehicul ce transportă combustibil cu aceasta; ce condiții constructive, respectiv pasive și active, ar trebui să se adopte într-un astfel de scenariu extrem? Există posibilitatea ca acest scenariu să se întâmple în cazul unei clădiri înalte situată într-o intersecție tranzitată de astfel de autovehicule? Altfel spus, considerând un număr suficient de scenarii de incendiu, atât uzuale cât și extreme, se pot optimiza caracteristicile imobilului compartimentului de incendiu din punctul de vedere al securității la incendiu.

- Eurocodurile prevăd o serie de proceduri pentru calculul la foc al structurilor din beton armat, atât prescriptiv cât și bazat pe performanță. În practică însă, atât metoda tabelară cât și metoda simplificată, nu denotă comportamentul real al structurilor din beton armat la acțiunea focului. Acest lucru rezultă din faptul că, curba temperatură-timp nu este reprezentată de varietatea incendiilor reale. Mai mult, curba temperatură-timp ar trebui să investigheze întreaga structură, inclusiv modurile de cedare, întrucât analiza elementelor ignoră efectele ca dilatăriile, care pot induce tensiuni termice suplimentare. Această chestiune ar putea fi rezolvată prin intermediul utilizării unui program ce simulează împrăștierea fumului și gazelor fierbinți pe baza unui număr de scenarii de incendiu adoptate, rezultând temperaturi reale pe elementele din beton armat la un anumit timp. În cele din urmă, capacitatea portantă a elementelor din beton armat se poate deduce prin intermediul unui calcul numeric sau automat pe baza temperaturilor de la fața acestora.

Ca și dezavantaje ale abordării metodei bazată pe performanță putem enumera:

- necesitatea acumulării unei experiențe considerabile, timpul mai mare de rezolvare a problemelor de securitate la incendiu necesar pentru verificarea la toate

condițiile stabilite prin intermediul metodei prescriptive ce reprezintă, în toate contextele, cadrul legal; în prezent, acest dezavantaj poate fi redus prin intermediul utilizării programelor de specialitate, de exemplu FDS (Fire Dynamics Simulation), care simulează împrăștierea fumului și gazelor fierbinți, respectiv comportamentul uman;

- sensibilitatea la cele mai mici modificări constructive; astfel dacă în cadrul unei clădiri se realizează ulterior reconfigurări ușoare, menținându-se aceleași destinații sau categorii de încăperi, sistemul de sprinklere poate să își schimbe modul/suprafața de acționare, iar scenariile adoptate, utilizate pe baza abordării ingineresti privind stingerea incendiului și evacuarea umană, poate să aibă modificări care să crească vulnerabilitatea producerii unui eventual incendiu; această abordare are efecte negative și asupra cazului în care se utilizează metoda prescriptivă, dar în acest caz impactul este mult mai mic; totuși, analizând situația descrisă, acest dezavantaj poate fi redus utilizând un număr mai mare de scenarii de incendiu în abordarea metodei bazată pe performanță.

Având în vedere avantajele metodei bazată pe performanță, dar și a faptului că dezavantajele acesteia pot fi reduse sau acoperite satisfăcător utilizând tehnologii moderne (programe ce simulează împrăștierea fumului și gazelor fierbinți, respectiv comportamentul uman și programe ce optimizează calculul structural din punct de vedere al capacității portante la acțiunea focului) considerăm că această metodă este superioară metodei prescriptive din toate punctele de vedere.

2.2. Stadiul actual al cercetării privind utilizarea și corelarea programelor de simulare a incendiului și de calcul la foc a construcțiilor

Global există mulți cercetători, respectiv departamente de cercetare, care sunt în continuă căutare de soluții de optimizare a problematicei securității la incendiu în construcții, respectiv a construcțiilor din beton armat supuse la incendiu.

Problematika nu se limitează doar la simularea incendiului în construcții, ci sunt testate metode de verificare a elementelor structurale și după incendiarea unei construcții.

De cele mai multe ori însă, aceste metode de verificare sunt foarte dificil de realizat iar construcțiile noi nu pot fi supuse la un incendiu organizat astfel încât să se ia în considerare, spre exemplu, cum influențează în realitate împrăștierea fumului și a gazelor fierbinți elementele structurale, respectiv variația temperaturilor de la fața acestora și efectele asupra elementelor structurale. Pentru acest lucru sunt utilizate simulări ale incendiului și a efectelor acestora asupra elementelor structurale.

Un exemplu este utilizarea împreună a programelor Fire Dynamics Simulation (FDS) și Phoenix pentru investigarea distribuției temperaturii asupra unei grinzi din beton armat. FDS simulează incendiul și împrăștierea fumului și a gazelor

fierbinți, iar temperaturile de pe suprafața grinzii sunt transferate în programul Phoenix, program ce analizează curgerea fluidelor, a căldurii, reacțiile chimice și tensiunile în solide. Programul Phoenix calculează temperaturile de pe suprafața grinzii din beton armat în diferite poziții, precum și intensitatea, durata și degradările datorate incendiului suprafețelor respective. Astfel sunt analizate distribuția temperaturii în secțiunea grinzii din beton armat și capacitatea portantă a acesteia în timpul incendiului. Prin urmare, secțiunea grinzii din beton armat este influențată de mărimea focarului, de sursa de foc, poziția grinzii în cadrul structurii și de suprafața grinzii din beton armat expusă la incendiu.

Rezultatele arată faptul că intensitatea incendiului reprezintă factorul cel mai important în diminuarea capacității portante a grinzii din beton armat, urmată de geometria suprafeței elementului expus la foc, deoarece transferul de căldură de pe suprafața elementului în interiorul acestuia, atunci când are trei fețe expuse, se realizează foarte repede.

Alte cercetări în domeniu analizează efectele incendiului care pot duce la exfolieri sau fisurări ale elementelor din beton armat sau analizează răspunsul elementelor structurale expuse la temperaturi înalte.

3. CONCLUZII ȘI DEZVOLTĂRI ULTERIOARE

Majoritatea cercetărilor realizate până în prezent studiază efectele incendiului pe elemente structurale individuale. Aceste cercetări se realizează prin intermediul programelor de specialitate sau prin realizarea de experimente, dar nu analizează fenomenul complex, respectiv apariția focarului de incendiu, sursa de foc, poziția și intensitatea incendiului precum și efectele incendiului asupra elementelor structurale din diferite poziții, față de incendiu.

Simularea incendiului, prin intermediul programelor de specialitate, optimizează secțiunile elementelor din beton armat, respectiv fiecare secțiune poate fi armată mai mult sau mai puțin în funcție de poziția focarului, durata, suprafața incendiată și intensitatea focarului de incendiu, iar pentru cazurile în care efectele incendiului sunt foarte mari se pot adopta chiar și soluții de izolare termică a elementului respectiv.

Pentru structuri complexe sunt necesare simulări ale incendiului, prin intermediul programelor de specialitate, pentru identificarea în particular, pe fiecare element, a efectelor incendiului.

De exemplu, în cazul unei clădiri de cult de dimensiuni mari, ce are în componența sa structuri ca plăci curbe (cupole) la partea superioară, fumul și gazele fierbinți aferente unui incendiu pot crește izolat și nediferențiat temperatura la partea inferioară a plăcilor respective.

Ca să se poată utiliza aceste simulări și de către specialiștii din domeniul construcțiilor sunt necesare crearea de programe complexe care să realizeze atât simularea incendiilor în cadrul unei construcții, cât și distribuția temperaturilor pe elementele structurale respectiv verificarea capacității portante a elementelor structurale.

Bibliografie

1. Diaconu-Șotropa D., Burlacu L., Fenomene de ardere, Review AICPS nr. 1/2007 Ediție nouă, București, 2007.
2. Burlacu L., Diaconu-Șotropa D., Securitatea la incendiu a construcțiilor și instalațiilor, Editura Societății Academice "MATEI-TEIU BOTEZ", Iași, 2008.
3. Normativ de siguranță la foc a construcțiilor. Indicativ P118-99.
4. Morgan J. Hurley – Society of Fire Protection Engineers, USA. Eric R. Rosenbaum – Hughes Associates, USA. Performance-Based Fire Safety Design. 2015.
5. Chia-Chun YU, Shih-Cheng Wang, Cherng-Shing Lin, Department of Mechanical Engineering Yuan Ze University Taoyuan, Taiwan 32003, R.O.C, CFD Application for Performance Based Safety Verification of Reinforced Concrete Beam in Computer Simulation Building Fire, Advanced Materials Research Vol. 601 (2013) pp 190-195.

Dezvoltarea urbană sustenabilă – tendințe în practica europeană

Irina Ștefan (Oancea),

doctorand, Facultatea de Construcții și Instalații Iași, irina.oancea@yahoo.com

Rezumat

Dezvoltarea urbană sustenabilă are ca principale caracteristici regândirea dezvoltării orașelor, promovând compactitatea acestora și îndreptarea atenției către oameni, către spațiile publice, nu către automobil. Creșterea calității vieții și a atractivității zonelor urbane înseamnă creșterea confortului urban, elementul determinant al acestuia fiind strada și calitatea acesteia de a îndeplini rolul de spațiu urban public.

În lucrare sunt prezentate aspectele esențiale ale urbanismul sustenabil: eficiența formei urbane, caracterul complet dat de utilizarea mixtă, conectivitate, sensibilitatea ecologică, identitatea spațiului public și modul de viață sustenabil. Practica europeană aplică soluții de regenerare urbană găsind rezolvări la problemele actuale ce țin de creșterea gradului de urbanizare și de modificările climatice, fiind prezentate schimbările în dezvoltarea urbană a unor mari orașe (Frankfurt din Germania, Copenhaga din Danemarca și Paris din Franța).

Cuvinte cheie: dezvoltare urbană, sustenabilitate, calitatea vieții

1. INTRODUCERE

Dezvoltarea urbană sustenabilă este unul dintre dezideratele actuale și viitoare, fiind crucială pentru creșterea calității vieții. Domeniul dezvoltării sustenabile, trece de la studiul de obiecte (clădiri verzi) la aplicabilitatea principiilor sustenabilității pe zone mari, urbane. Din acest punct de vedere, ținta este de a limita dezvoltarea necontrolată a zonelor urbane și de a refolosi ceea ce avem deja în interiorul orașelor.

Urbanismul sustenabil trebuie să țină cont de integrarea clădirilor verzi și a peisajului, trebuie să promoveze ideile susținute de curentul numit “dezvoltarea inteligentă” care militează pentru dezvoltări urbane compacte, îndreptate către pieton. Pentru a putea îndeplini cerințele de sustenabilitate, zonele urbane trebuie să își îndrepte atenția către oameni, aflați în centrul dezvoltărilor urbane, să se reconsidere relațiile interumane și să se creeze spații care să încurajeze coeziunea socială, să se găsească calea către un mediu urban mult mai dens, prin creșterea

densității activităților urbane (crescând numărul de diferite activități și funcțiuni ce au loc într-o clădire).

2. STRADA ÎN URBANISMUL SUSTENABIL

Urbanismul sustenabil are în centrul său omul și scara umană iar elementul urban în strânsă legătură cu acesta este **strada**. Orașele compacte, pe lângă beneficiile aduse de diminuarea poluării (printr-o utilizare scăzută a transportului auto individual, datorită distanțelor relativ mici), favorizează interacțiunile umane prin promovarea rolului străzii, fapt ce conduce la creșterea calității vieții, cu rol important în definirea unui oraș ca fiind “potrivit pentru trai”. Spațiul public este un fel de suflet al orașului, este locul în care înțelegem mai bine lumea din jurul nostru și, astfel, ne simțim mai confortabil. “Pe termen lung, viața spațiilor publice este mult mai relevantă și mai interesant de contemplat decât orice combinație arhitecturală de beton și planuri înclinate” (Jan Gehl – *Viața între clădiri*).

Strada a fost analizată, descrisă și clasificată de urbanistii Reid Ewing și Otto Clemente în “Measuring Urban Design: Metrics for livable paces” (2013). Plecând de la faptul că străzile sunt în centrul comunităților sustenabile, aceștia au analizat-o, descompunând în părți mici complexitatea acesteia. Principalele caracteristici ale unui bun spațiu urban public sunt: capacitatea de a crea o imagine memorabilă, gradul de închidere, de delimitare, scara umană, transparența, complexitatea, coerența. Analiza acestor caracteristici ne ajută la înțelegerea elementelor de bază a orașelor noastre, iar utilizarea lor în proiectare ne va conduce către un mediu urban ce răspunde nevoilor sociale, adaptabil la schimbare. Un bun exemplu de spațiu public dedicat oamenilor este La Rambla din Barcelona, Spania (figura 1), strada centrală, de 1,2 km, cu două sensuri de circulație carosabilă, al cărei spațiu central este destinat pietonilor, fiind foarte populară atât printre turiști cât și printre locuitori. Strada, plină de magazine, chioșcuri, cafenele cu terase și spectacole stradale prezintă caracteristicile unui spațiu urban atrăgător.

3. NATURA ÎN URBANISMUL SUSTENABIL

Majoritatea mediilor urbane nu sunt parcurile, ci sunt străzile, aleile, spațiile de parcare. Aceste spații “uiteate” pot juca un rol important în sustenabilitatea urbană. Locurile pe unde mergem și ne petrecem o bună parte din timp sunt străzile, cu mult mai multe decât parcurile. De aceea trebuie să se reintroducă natura în orașe. Trebuie găsite soluții pentru corectarea acestei segregări a naturii de mediul urban. Figura 2 este o imagine a Central Park, New York, în care este evidentă linia de separare a spațiului verde urban de spațiul construit, reprezentarea a două lumi diferite, ce se influențează reciproc.

Arhitectura sustenabilă este mai mult decât acoperișuri verzi. Una dintre problemele legate de dezvoltarea durabilă o reprezintă economisirea apei. Este foarte importantă captarea apei, tratarea, păstrarea și reutilizarea acesteia. De asemenea, foarte importantă este înverzirea orașelor, deoarece plantele absorb apa și o filtrează, dar filtrează și curăță și aerul, ajută la diminuarea fluctuațiilor de temperatură, a fenomenului de insulă de căldură urbană și aduce un plus de frumusețe orașului.



Fig. 1. La Rambla, Barcelona



Fig. 2. Central Park, New York

La nivel mondial există o tendință de renaturare (se reactivează natura, se dorește aducerea vegetației în spațiul urban). În orașe avem puține zone cu parcuri și trebuie gândite posibile trasee verzi. Aceste culoare verzi sunt necesare pentru a vedea natura ca pe o parte integrantă din oraș. Arhitectul Șerban Țigănaș spune că “...sigur că oamenilor le este simplu să folosească mijloace care nu necesită întreținere. Dacă ai o grădină trebuie să o întreții, dacă ai beton nu ai nici o grijă vreme de 50 de ani. Aceasta este o gândire care ne condamnă la foarte multe patimi. Betoanele elimină viața, distrug ecosistemele. Trebuie să reducem suprafețele așa-numit “sigilate”, adică betonate. Cu cât ai mai puțin beton cu atât apa se întoarce mai ușor în pânza freatică. Atunci când plouă, o cantitate uriașă de apă este preluată de sistemul de canalizare, transportată într-o altă parte a orașului și epurată, filtrată, cu consum consistent de energie. Dacă orașele nu ar fi “sigilate”, apa s-ar putea întoarce fără efort și cheltuială în pământ, lucru care este mai sănătos, mai ecologic.” (interviu publicat în revista “România curată”)

Pe parcursul dezvoltării urbane ne-am detașat de natură prin modul în care am gândit clădirile și mediul înconjurător în care trăim și muncim. Argumente pentru reconectarea mediului urban cu natura, folosindu-ne de spații vitrate mari, lumină naturală, ventilație naturală, plante și zone verzi, materiale naturale, sunt foarte

multe, printre care starea de sănătate atât fizică cât și psihică pe care ne-o dă conexiunea cu natura.

Profesorul Mark Nieuwenhuijsen, în cadrul centrului Center for Research în Environmental Epidemiology (CREAL) din Barcelona, coordonează un proiect numit “Phenotype”, care analizează modul în care influențează spațiul verde sănătatea oamenilor și de ce. Acesta intenționează să creeze direcții și ghiduri pentru urbanști, astfel încât să ne asigurăm că toți locuitorii orașului au acces la spațiu verde, indiferent de statutul socio-economic. Prezența spațiului verde și accesul la acesta influențează sănătatea oamenilor, de la o greutate mai mare a nou-născuților, presiune arterială scăzută, nivel de obezitate infantilă scăzut, precum și nivel crescut al sănătății mentale, demonstrează studiile efectuate în cadrul acestui program, în zone diferite din Europa (Lituania, Olanda, Anglia și Spania). Profesorul Mark Nieuwenhuijsen spune: ”...pentru mii de ani am trăit în mijlocul naturii. Corpurile noastre sunt legate de spațiul verde”.

Pornind de la toate aspectele discutate mai sus, se pot configura elementele esențiale ale urbanismului sustenabil:

- **Eficiența formei urbane** – compactitate determinată de context și de fragmentare – orașul trebuie gândit luând în considerare atât caracteristicile locale (clima, peisaj, identitate culturală, tradiții), cât și estimarea necesității extinderii urbane, astfel încât orașul să se poată adapta acestei extinderi, păstrându-și gradul de compactitate.
- **Caracterul complet dat de utilizarea mixtă** – trebuie să intercalăm funcțiunile în interiorul orașului, astfel încât să nu mai existe acele “cartiere-dormitor”, ci spațiile comerciale, serviciile, spațiile de locuit și cele de recreere să fie interconectate în cadrul orașului.
- **Conectivitate** – utilizarea terenului și transport integrat – într-un mediu sustenabil, oamenii trebuie să aibă posibilitatea de a se deplasa în mai multe maniere: mergând pe jos, cu bicicleta, precum și cu transportul public. Aceste opțiuni vor duce către o dependență scăzută pentru transportul cu mașina personală, și astfel se vor diminua blocajele rutiere și poluarea. Astfel, străzile nu vor mai fi dedicate mașinilor, ci vor fi destinate utilizării oamenilor, ținând cont de nevoile lor funcționale și estetice.
- **Sensitivitatea ecologică** – urbanismul sustenabil înseamnă și reconectarea omului cu natura și ecosistemele naturale, chiar și în mediile urbane dense. În acest context, integrarea acoperișurilor verzi, a sistemelor de captare și utilizare a energiei solare, eoliene, precum și folosirea copacilor, va conduce la consumuri mai mici de energie pentru încălzire și răcire, la îmbunătățirea microclimatului urban și la un aspect estetic plăcut. La nivel rezidențial, trebuie încurajată reutilizarea curților interioare ca spațiu privat protejat, dar și adaptabilitatea clădirilor în vederea deschiderii acestora către spațiul public - strada.

- **Spațiul public și identitatea acestuia** – multor străzi le lipsește spațialitatea, calitățile ecologice și sociale, astfel încât acestea nu sunt spații destinate oamenilor, în adevăratul sens. Trebuie implementată o ierarhie a spațiilor publice, bazată pe destinația acestora, astfel încât fiecare stradă să capete o identitate aparte, dată de continuitatea, design-ul și funcțiunea clădirilor ce o definesc.
- **Modul de viață sustenabil** – tot ceea ce facem ca profesioniști și ca ființe umane în numele sustenabilității înseamnă foarte puțin, dacă nu schimbăm comportamentul consumatorilor, companiilor, comunităților și guvernanților. Adoptarea modului de viață sustenabil înseamnă o serie de modificări comportamentale pornind de la economisirea energiei și a apei, reciclare și consum echilibrat, lucruri ce vor influența calitatea vieții urbane.

4. ORAȘE SUSTENABILE ÎN EUROPA

Raportul întocmit de Arcadis în 2015 privind indexul orașelor sustenabile situează pe primul loc orașul Frankfurt, urmat de Londra și Copenhaga.

În determinarea indexului și, implicit a clasamentului, s-au luat în considerare următoarele categorii:

- Oamenii – incluzând aici infrastructura pentru transport, sănătatea, educația, inegalitatea veniturilor, balanța muncă-viață, spațiile verzi din interiorul orașelor. Această categorie exprimă calitatea vieții din oraș.
- Planeta – include consumul de energie, energie regenerabilă, reciclarea, emisiile de gaze cu efect de seră, riscul de catastrofe naturale, apă potabilă, curățenia și poluarea aerului.
- Profitul – examinează performanța din punct de vedere economic, combinând măsurători privind transportul, importanța orașului în rețeaua economică globală, proprietatea și costurile de trai.

Frankfurt– Germania (figura 3) este recunoscut ca centru internațional financiar precum și punct nodal în transport. Acum 25 de ani orașul și-a creat propria agenție de energie și este membru fondator al Alianței climatice a orașelor europene, promovând scăderea treptată a emisiilor de dioxid de carbon cu 10% la fiecare cinci ani, rezultând o scădere cu 50% până în 2030. Noul master-plan al orașului “100% Climate Protection” gândește pentru viitor: până în 2050, 100% din energia necesară orașului va proveni din surse regenerabile, ducând la o scădere cu 95% a emisiilor de gaze cu efect de seră. Orașul a fost recunoscut ca fiind “**orașul european al copacilor**” în 2014, fiecare copac din oraș fiind înregistrat și monitorizat. Frankfurt se bucură și de cea mai mare pădure urbană din Germania, cu o suprafață de 8000 de hectare. Centura verde, care se întinde în jurul orașului,

nu este doar o zonă de recreație ci reprezintă și motivul pentru care Frankfurt este un oraș compact, cu distanțe mici de parcurs (15% din deplasări făcându-se cu bicicleta).



Fig.3. Frankfurt, Germania

Copenhaga – Danemarca a stabilit ținta de a deveni “Prima capitală din lume din punct de vedere al emisiilor de carbon” până în 2025, obiectiv în conformitate cu “Viziunea de Eco-Metropolă” a orașului, stabilită în noiembrie 2007. Viziunea are patru teme principale: cel mai bun oraș din lume pentru cicliști, capitala climei, o capitală verde și albastră, un oraș mare, curat și sănătos. Planul privind Clima al orașului Copenhaga, publicat în 2009, prevedea o serie de măsuri, ce au fost implementate gradual:

- Integrarea climei în procesul de furnizare a energiei – de exemplu: noi mori de vânt; biomasa înlocuiește cărbunele la unele dintre unitățile centralei electrice.
- Inițiative pentru un transport mai ecologic – de exemplu: acțiuni privind redirectionarea traficului, optimizarea acestuia, a parcărilor, promovarea ciclismului.
- Inițiative pentru clădiri eficiente din punct de vedere energetic – axare pe renovare, construirea unui fond de economisire din energie, formare profesională în domeniul reducerii emisiilor de CO₂.
- Locuitorii orașului Copenhaga și inițiativele privind clima – dezvoltarea mediului de afaceri prin parteneriate privind schimbările climatice și think-tank-uri inovatoare. Formare profesională în domeniul schimbărilor climatice pentru angajații municipali.
- Inițiative de dezvoltare urbană și pentru schimbările climatice – sistematizare durabilă în proiectele de dezvoltare ale orașului.

- Adaptarea la inițiativele viitoare privind schimbările climatice – sistem local de scurgere a apei pluviale, dezvoltarea unei strategii de adaptare la schimbările climatice
- Inițiative generale – viziunea pentru 2025, strategii energetice.

Înca din 2007, Copenhaga era renumită pentru turbinele sale eoliene (figura 4), precum și pentru faptul că este orașul care dispune de unul dintre cele mai mari sisteme de termoficare din lume, cu 98% din gospodării utilizând co-generarea. Încă din 1970 a fost stabilit un sistem de management al deșeurilor. În prezent, circa 90% dintre deșeurile din construcții sunt reutilizate și circa 75% din deșeurile menajere sunt incinerate, energia obținută fiind utilizată pentru alimentarea cu energie electrică și termică a districtului.



Fig. 4. Copenhaga, Danemarca

În anii '70, Copenhaga se dezvoltă urmând o gândire ce avea în centrul său automobilul. Urbanistul Jan Gehl a fost cel care a schimbat această tendință de motorizare, creând zone extinse pietonale, inclusiv pietonalul Stroget, cea mai lungă stradă din lume destinată pietonilor. De-a lungul timpului, multe loturi de parcare au fost transformate în spații publice. Astăzi, infrastructura pentru transport a orașului are în centrul său omul, peste 50% din locuitori deplasându-se la locul de muncă sau școală cu bicicleta (chiar și 63% dintre parlamentari).

În 2014, Copenhaga a fost numită Capitala Verde a Europei, primind laude în special pentru realizările sale în materie de eco-inovare și mobilitate durabilă, dar și pentru calitatea crescută a vieții locuitorilor săi. Influența lui Jan Gehl asupra structurii orașelor a depășit limitele orașului Copenhaga, atât prin lucrările sale efective, cât și prin influența ideilor sale, regăsindu-l în Europa, America de Nord, Australia, Singapore, New York, precum și în planul pentru transformarea zonei istorice din Istanbul în zona pietonală.

Copenhaga este într-o continuă schimbare. "**Loop City**" (Orașul buclă – figura 5) este masterplanul pentru suburbiile orașului, al cărui element determinant este reprezentat de o rețea de trasee de metrou ușor care va fi mai mult decât un mijloc de transport, fiind gândit să aibă un efect catalizator pentru comunitățile pe care le traversează. Gândit de echipa de arhitecți de la **BIG Architects**, traseul închis gândit pentru acest mijloc de transport presupune zone în care șinele vor fi înălțate

de la sol, în special în zonele cu stații. Pe lângă rolul de "arteră urbană care va pompa viața în inima suburbiilor", proiectul va include o serie de strategii pentru eficientizarea energetică, managementul deșeurilor și tratarea apei. În acest moment, zonele foste industriale din cadrul orașului Copenhaga sunt incluse în programe de dezvoltare și regenerare. Viziunea propusă de cei de la **BIG** este de a lega cele 20 de zone în curs de regenerare cu ajutorul sistemului de transport gândit.



Fig. 5. Copenhaga, Danemerca – Loop City

“Un principiu central al sustenabilității este de a construi pe termen lung, pentru că orașele cu adevărat sustenabile susțin nevoile mai multor generații. Ele sunt memorabile, maleabile, construite din materiale de calitate și bine întreținute. Dacă este făcută corect, nu este nimic mai accesibil decât construirea unor orașe care oferă o viață mai bună pentru oameni.” (Jan Gehl). Atât orașele pe care Gehl le-a influențat în mod direct, cât și proiectanții care au îmbrățișat ideea lui de a crea comunități pietonale, compacte pentru viitoarele generații, sunt argumente pentru nevoia de a crea orașe orientate către oameni.

Paris – 2050 - Un exemplu este viziunea lui Vincent Callebaut pentru Paris 2050 (figura 6) ce propune clădiri înalte, multi-funcționale, pozitive din punct de vedere energetic, cu rol activ în reducerea semnificativă a emisiilor de gaze cu efect de seră până în 2050. Clădirile integrează diverse tehnologii pentru a îndeplini țintele energetice propuse, dar și pentru a încuraja locuitorii să adopte un stil de viață ecologic. Chiar dacă structurile propuse sunt avansate din punct de vedere tehnologic, această viziune leagă bogata istorie arhitecturală a Parisului de potențialul de a promova un viitor mai sănătos, diminuând impactul pe care orașele îl au asupra mediului.



Fig. 6. Paris 2050 – Franța

Fiecare dintre clădirile înalte propuse se integrează în oraș folosind structurile existente (figura 7). Formele arhitecturale sunt inspirate de natură, iar în interiorul pereților săi au loc procese naturale (ventilare pasivă, colectarea apei de ploaie). Inserțiile de spațiu verde, atât la nivelul terenului cât și ca grădini suspendate, aduc efectele purificatoare a vieții rurale în interiorul orașului și îi încurajează pe rezidenți să se implice în cultivarea unui stil de viață sustenabil.



Fig. 7. Paris 2050 – Franța

5. CONCLUZII

Dezvoltarea sustenabilă presupune o gândire care introduce noțiunea de peisaj care este un element integrator al tuturor elementelor. Nu putem discuta numai despre infrastructură și obiecte construite. Trebuie să discutăm la un alt nivel de

complexitate, de peisaj construit, de raportul dintre spațiul verde din interiorul orașului și spațiul construit. Studiile arată ceea ce intuim cu toții și anume relația benefică între contactul cu natura și calitatea vieții umane. Un oraș cu o calitate și cantitate sporită de spațiu verde reprezintă o gândire și un management bun, un mediu sănătos pentru oameni, floră și faună.

Chiar dacă pentru noi această viziune a orașului sustenabil pare a aparține unui viitor utopic, la nivel mondial sunt propuse soluții de regenerare urbană căutându-se rezolvări la problemele actuale ce țin de creșterea gradului de urbanizare și de schimbările climatice.

Bibliografie

1. Gehl Jan, *Life Between Buildings, Using Public Space*, New York, Van Nostrand Reinhold, 1987.
2. Reid Ewing and Otto Clemente, *Measuring Urban Design: Metrics for livable paces*, Washington, Island Press, 2013
3. Mark Nieuwenhuijsen et.al, Positive health effects of the natural outdoor environment in typical populations in different regions in Europe (PHENOTYPE): a study programme protocol, *BMJ Open* 2014, sursa: <http://bmjopen.bmj.com/content/4/4/e004951.full>
4. <http://www.romaniacurata.ro/dezbaterointerviu-liderul-arhitecilor-serban-tiganas-explica-de-ce-sunt-importante-raurile-intr-un-oras-si-de-ce-jumatatile-de-masura-nu-sunt-o-solutie/>
5. <http://inhabitat.com>
6. <http://www.archdaily.com>

Studiu privind integrarea deșeurilor industriale în materiale de construcții durabile

Alexandru Timu,

doctorand Facultatea de Construcții și Instalații, alexandru.timu@gmail.com

Rezumat

Cererea în creștere pentru materialele de construcții cât și sistemele de management ale deșeurilor industriale au creat nevoia de dezvoltare a unor materiale de construcții durabile în care să fie integrate acestea.

Cuvinte cheie: betoane performante, deșeuri industriale, construcții, materiale de construcții.

1. INTRODUCERE

Managementul deșeurilor are ca scop reducerea efectelor adverse ale deșeurilor asupra sănătății oamenilor și mediului. Unul dintre scopurile principale ale sistemelor de management integrat ale deșeurilor, sistem implementat în toate județele din țară (SMID) și a problemelor globale este recuperarea și reutilizarea la maxim a deșeurilor solide. Industrializarea în creștere a dus inevitabil la o creștere a deșeurilor industriale solide.

În ultima decadă s-au dezvoltat materiale de construcții în care să fie integrate deșeuri solide provenite din diverse tipuri de industrii pentru a se îmbunătăți caracteristicile de rezistență, masă volumică sau izolare termică.

Pentru producerea betonului se eliberează în atmosferă cantități importante de CO₂ provenite din producerea cimentului de Portland. Se estimează că sunt eliberate în fiecare an în atmosferă 3 miliarde de tone de gaze de seră doar din producerea cimentului, adică 5% din cantitatea totală, betonul fiind considerat unul din cele mai puțin eco-friendly materiale de construcții, în același timp fiind folosit pe scară largă în structurile de rezistență ale clădirilor. Utilizarea deșeurilor industriale ca alternativă în compozițiile betonului și adaos la producerea cimentului este larg considerată ca fiind una dintre cele mai eficiente măsuri pentru producția eficientă a betonului cu emisii reduse de carbon. În această lucrare ne vom axa pe cercetările efectuate până în prezent pe betoane.

Cimentul de Portland, liantul din beton, este una din cele mai semnificative descoperiri din istoria umanității. O parte din cercetările recente s-au concentrat pe găsirea unor lianți alternativi sau a unor materiale înlocuitoare pentru a reduce

cantitatea de CO_2 eliberată în atmosferă. Aceste cercetări au arătat că materiale precum zgura granulată de furnal, cenușă din coji de orez (cenușă din pleavă de orez) precum și fumul de siliciu sau microsiliciul (fumul de siliciu) ar putea fi folosite ca înlocuitori parțiali sau totali ai cimentului în beton.

Zgura granulată de furnal este un deșeu solid provenit din industria metalurgică care nu numai că necesită un spațiu mare pentru depozitare dar provoacă de asemenea poluarea solului, a apelor freatice și a aerului. Folosirea zgurii granulate de furnal în beton face ca acesta să nu se mai fisureze prin prevenirea creșterii temperaturii la elaborare. În plus, zgura granulată de furnal face betonul mai rezistent la agenții chimici agresivi din mediu, precum acizii și sulfatii. Din cauza asemănării structurilor chimice acest material poate să înlocuiască între 20% și 70% din ciment în beton, în funcție de elementul structural la care este folosit.

Cenușă din pleavă de orez este produsă prin arderea tărâțelor de orez pentru a produce energie. Prin arderea cenușii din pleavă de orez se obțin substanțe anorganice de tipul cenușilor silicate. Națiunile Unite au raportat că în fiecare an se produc în jur de 70 de milioane de tone de cenușă din pleavă de orez la nivel mondial. Utilizarea cenușii din pleavă de orez fiind limitată se pun probleme majore în înlăturarea ei. În prezent cenușă din pleavă de orez este împrăștiată pe câmpuri sau aruncată în ape curgătoare; aceste metode nefiind sustenabile în timp ridică probleme din punct de vedere ecologic. Cenușă din pleavă de orez, datorită compoziției chimice, are un potențial ridicat pentru a fi folosită ca înlocuitor parțial sau total al cimentului. Când arderea cojiilor de orez este efectuată într-un mediu controlat, cenușă rezultată este compusă din punct de vedere chimic aproape în întregime din dioxid de siliciu amorf. Cenușă din pleavă de orez poate fi folosită, după cum a arătat Taylor, în amestecuri puzzolanice ca înlocuitor al fumului de siliciu, cu rezultate asemănătoare. Activitatea chimică mai ridicată a cenușii din pleavă de orez duce la caracteristici îmbunătățite ale lianților pe bază de ciment. Muthadini și alții au arătat că înlocuirea completă a cimentului cu cenușă din pleavă de orez îmbunătățește proprietățile mecanice ale betonului și îi conferă o rezistență mai bună în medii cu expunere la cloruri și sulfatii precum și o comportare bună la îngheț-dezghet.

Fumul este un sub-produs industrial rezultat la producerea aliajelor de siliciu sau ferosiliciu. Fumul de siliciu este utilizat pe scară largă pentru a îmbunătăți proprietățile betoanelor. În plus față de beneficiile pentru mediu fumul de siliciu îmbunătățește lucrabilitatea betonului, scade temperatura de întărire, reduce contracția prin uscare, reduce coroziunea oțelului din beton și îmbunătățește în general durabilitatea generală a betonului.

Ne propunem să analizăm eficiența utilizării deșeurilor industriale în betoane structurale.

2. MATERIALE FOLOSITE ȘI LUCRĂRI EXPERIMENTALE

2.1. Zgură granulată de furnal în elemente autocompactate

2.1.1. Materiale

În lucrarea efectuată de Sethy și alții pentru utilizarea zgurii granulate de furnal în betoane autocompactante s-a folosit ciment obișnuit de Portland (53 MPa) și zgură de furnal. Compoziția chimică a cimentului și a zgurii folosite sunt prezentate în Tabelul 1. Ca agregate au fost utilizate sorturi de 20 mm, 12 mm, 6 mm și nisip cu granulația maximă de 4,5 mm.

Tabelul 1

%	Ciment	Zgură granulată de furnal
SiO ₂	32,9	33,1
Al ₂ O ₃	5,7	16,6
Fe ₂ O ₃	3,9	0,6
CaO	62,5	34,8
MgO	1,2	8,0
Na ₂ O	0,1	0,2
K ₂ O	0,39	0,5
SO ₃	2,4	0,4
LOI	1,2	0,3
Blaine surface area (m ² /kg)	370	430
Specify Gravity	3,15	2,93

Au fost proiectate 5 tipuri de beton, rețetele sunt prezentate în Tabelul 2. S-a înlocuit cimentul în proporții cuprinse între 30 și 90%.

Tabelul 2

Concrete grade [MPa]	Concrete name	Total powder [kg/m ³]	Slag [%]	k ₂₈	Aggregate, [kg/m ³]				[w/(c + k ₂₈ *g)]	HRWR [%]	VMA [%]
					20 mm	12 mm	6 mm	Sand			
20	SCC20	550	90	0.69	268	373	224	766	0.78	0.3	0.25
30	SCC30	550	80	0.70	271	376	227	774	0.59	0.5	0.30
60	SCC60	550	60	0.77	274	380	229	782	0.36	1.0	0.20
90	SCC90	550	40	0.92	282	392	236	806	0.27	1.5	0.20
100	SCC100	550	30	1.02	288	400	241	823	0.25	2.2	0.05

k₂₈ – efficiency of slag, HRWR – high range water reducing admixture,
VMA – viscosity modifying agent, c – cement content, g – slag content.

2.1.2. Rezultate

În urma încercărilor s-a constatat că înlocuirea în volum mare a cimentului cu zgura granulată de furnal a dus la o influență remarcabilă asupra proprietăților

betonului autocompactant în stare proaspătă. Folosirea zgurii granulate de furnal a dus la o creștere a curgerii libere a betonului proaspăt.

Testul cu pâlnia V determină vâscozitatea și capacitatea de umplere a betonului autocompactant. Rezultatele testelor pentru cele cinci tipuri de betoane au arătat că un procent mai mare de zgură granulată de furnal duce la o vâscozitate mai mică a betonului proaspăt. Timpul de umplere al matrițelor variind între 18,9 și 28 de secunde față de valoarea maximă normată de 25 de secunde. Deși betoanele cu un procent mai mare de zgură granulată de furnal au depășit timpul maxim de curgere, matrițele au fost umplute complet de greutatea proprie a betonului. Testul cu cutia L a indicat rezultate satisfăcătoare de trecere a betonului printre armături.

Au fost făcute încercări de rezistență la compresie la 3, 7, 28 și 90 de zile. Cum era de așteptat rezultatele la compresie a prismelor de beton au crescut odată cu vârsta betonului. În plus, includerea zgurii a dus la o îmbunătățire semnificativă a rezistenței betonului. Acest lucru poate fi atribuit reacției pozolane a zgurii cu hidroxidul de calciu eliberat în timpul hidratării cimentului. Zgura granulată de furnal fiind un material hidraulic fin a contribuit de asemenea la rezistența betoanelor încercate. În Figura 1 sunt prezentate rezultatele încercărilor.

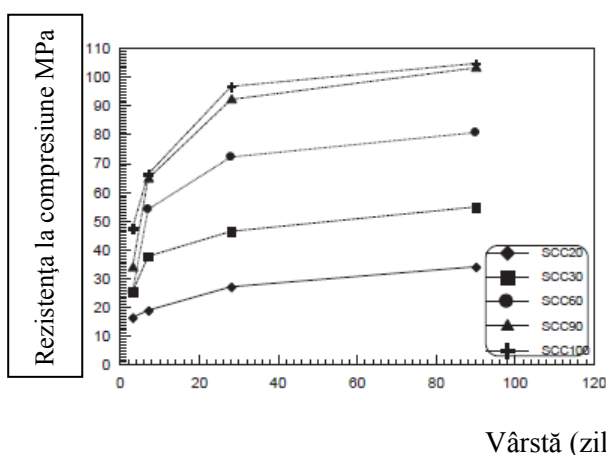


Fig. 1. Rezistența la compresie a betoanelor autocompactante cu zgură granulată de furnal

2.2. Betoane cu cenușă din pleavă de orez și fum de siliciu

2.2.1. Materiale: proprietăți mecanice și durabilitate ale cenușii din pleavă de orez în amestecuri de beton

Cenușa din pleavă de orez și alte adaosuri minerale sunt, în general, cunoscute că influențează favorabil rezistența și durabilitatea betonului după studii realizate de

Ferraris. Datorită proprietăților sale, cenușa din pleavă de orez este comparabilă cu alte material puzolanice utilizate în ciment și beton, în special cu fumul de siliciu. În aceste studii, s-a demonstrat că rezistența la compresiune a amestecurilor de beton a fost îmbunătățită prin adăugarea de cenușă din pleavă de orez, în același timp fiind redusă semnificativ permeabilitatea betonul.

Au fost realizate și încercate diferite betoane ce conțin în proporții mixte cenușă din pleavă de orez și fum de siliciu. Raportul apă-liant a fost menținut la 0,33% pentru toate tipurile de amestecuri. Raportul între masele agregatelor și ale liantului a fost între 4,5 și 5 la 1. Pentru toate amestecurile de beton, raportul de ciment Portland variază între 100% și 40% în greutate. Rețetele încercate sunt prezentate în Tabelul 3. În amestecul de referință s-a folosit ciment de Portland în proporție de 100% , fumul de siliciu fiind menținut la 30% și 40% iar conținutul de cenușă din pleavă de orez variind între 10% și 20 % din masa totală a liantului.

Tabelul 3

Mix#	PC-FA-RHA-LF	Binders (% by weight)				Aggregates (%)			Admixtures	(kg/m ³)	
		PC	FA	RHA	LF	Fine	Coarse	Ultrafine		CM	PC
1 ^a	100-0-0-0	100	0	0	0	35	65	0	1.17	410	410
2 ^a	70-30-0-0	70	30	0	0	35	65	0	0	396	277
3	60-30-10-0	60	30	10	0	35	65	0	0.67	384	231
4	50-30-20-0	50	30	20	0	35	65	0	1.07	375	187
5	50-30-15-5	50	30	15	5	32.3	65	2.7	1.19	377	188
6 ^b	60-40-0-0	60	40	0	0	35	65	0	0	389	233
7	50-40-10-0	50	40	10	0	35	65	0	0.69	378	189
8	40-40-20-0	40	40	20	0	35	65	0	1.13	369	147
9	40-40-15-5	40	40	15	5	32.4	65	2.6	1.06	371	148

PC = portland cement; FA = class F-fly ash; LF = limestone flour; SP = superplasticizer; CM = cementitious materials (binding materials).

^a Reference mix.

^b % by weight of binders.

2.2.2. Rezultate

S-au realizat încercări pe cele 9 tipuri de betoane la 3, 7, 28 și 90 de zile. Datele prezentate în figura 2 reprezintă o medie din 3 încercări. În stadiile incipiente de întărire a betonului volumele mari de fum de siliciu încetinesc dezvoltarea rezistenței față de betonul folosit în rețeta de referință. În schimb se observă din figura 3 și figura 4, o creștere a rezistenței betonului odată cu începerea reacției puzolanice între ziua a 5-a și a 7-a. S-au efectuat încercări și la 28, 56 și 90 de zile din care se poate observa cum creșterea rezistenței se oprește în cazul betonului în care a fost folosit ca liant doar cimentul de Portland, în timp ce celelalte tipuri de beton dezvoltă o creștere a rezistenței până la 90 de zile. Totuși, în betoanele în care procentul de ciment folosit a fost între 50% și 70% rezistența nu a crescut considerabil după 56 de zile.

Permeabilitatea betonului este un indicator al performanței sale în ceea ce privește durabilitatea. Betonul armat reprezintă cea mai mare parte a betoanelor folosite în structuri și este influențat semnificativ de permeabilitate. Un beton mai permeabil permite agenților corozivi precum clorurile să reacționeze cu oțelul din beton, ceea

ce poate duce la o serie de reacții chimice cu efect distructiv asupra elementelor structurale din beton.

Testele de permeabilitate efectuate au arătat că betoanele în care s-a folosit cenușa din pleavă de orez și fumul de siliciu în diferite procente au avut de până la 10 ori permeabilitate mai mică decât betonul de referință.

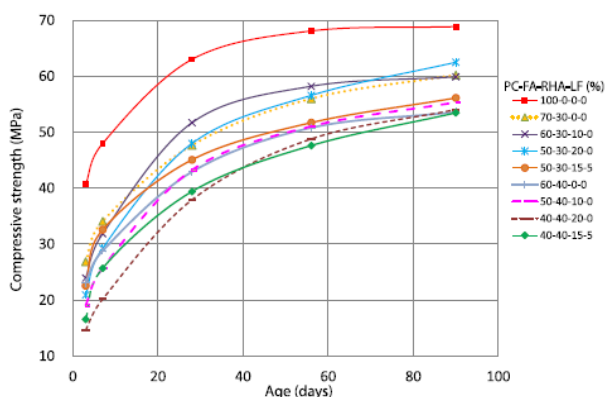


Figura 2. Rezultatele testelor la compresiune pentru betonul de referință și pentru betoanele realizate cu adaosuri de cenușă din pleavă de orez și fum de siliciu

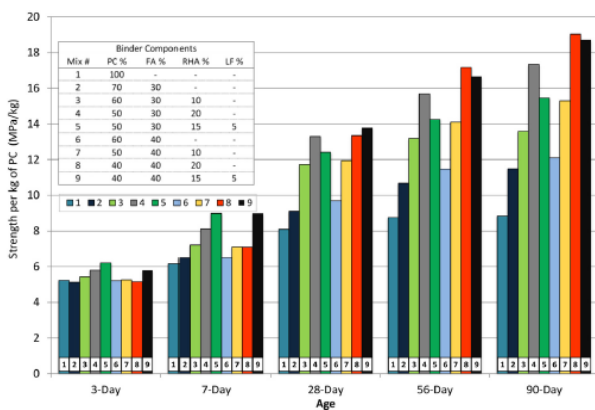


Figura 3. Rezistența la compresiune în timp a betoanelor cu adaosuri de cenușă din pleavă de orez și fum de siliciu

3. CONCLUZII ȘI DEZVOLTĂRI ULTERIOARE

1. Deșeurile industriale cu rol în amestecuri puzolanice precum zgura granulată de furnal, fumul de siliciu și cenușa din pleavă de orez pot îmbunătăți proprietățile betonului.
2. Se poate observa că adaosurile de zgură granulată de furnal în betoane autocompactante crește lucrabilitatea, rezistența și proprietățile autocompactante ale acestora.
3. Betoane autocompactante cu adaosuri de fumul de siliciu, cenușa din pleavă de orez și zgură granulată de furnal ar putea fi utilizate în elemente de beton supuse atacurilor chimice fără a fi afectată rezistența structurală a acestora.
4. În general, poluanții atmosferici majori (CO, NO_x, PM, SO₂) și gazele de seră cresc odată cu creșterea utilizării de ciment Portland, în cea mai mare parte din cauza arderii combustibililor fosili în timpul producerii cimentului. Emisiile de CO sunt singura excepție, care pare să fie mai mare în cazul amestecurilor de beton cu un conținut mai ridicat de cenușă din pleavă de orez.

BIBLIOGRAFIE

1. M. Bărbuță, D.S. Nour, Components compatibility to high strength concrete with silica fume, Proceedings of the International Conference VSU, Sofia, 2006, Tom I, p.II-46.
2. D.S. Nour, M. Bărbuță, M. Rujanu, R. Giușcă –Silicea ultrafină pentru consolidări, Editura Societății Academice „Matei-Teiu Botez”, Iași 2003.
3. J. Bolden, T.Abu-Lebdeh, E. Fini, Utilization of recycled and waste materials in various construction applications, American Journal of Environmental Science, 9 (1):14-24, 2013
4. M. Bărbuță- „Effect of different types of superplasticizer on the properties of high strength concrete incorporating large amounts of silica fume”- Buletinul U.T.Iași, Tom LI (LV) Fascicola 1-2, Construcții. Arhitectua 2005 pp 69-74.
5. Boesch, M.E., Hellweg. S., Identifying improvement potentials in cement production with life cycle assessment, Environ. Sci. Technol. 44 (23), 9143-9149, 2010.
6. Singh. M., Siddique, R., Properties of concrete containing high volume of coal bottom ash as fine aggregate. J. Clean. Prod. 91, 269-278, 2015.
7. Topcu, I.B., Toprak, Uygunoglu, T., Durability and microstructure characteristics of alkali activated coal bottom ash geopolymer cement. J. Clean. Prod. 81, 211-217, 2014.
8. Kim JJ, Foeley EM, Reda Taha MM, Nano-mechanical characterization of synthetic calcium-silicate- hydrate (C-S-H) with carrying CaO/SiO₂ mixture ratios. Cement Concrete Composite 36(2), 65-70, 2013.
9. Pelisser F., Gleize PJP Mikowski A. Effect of the Ca/Si molar ratio on the micro/nanomechanical properties of synthetic C-S-H measured by nanoidentation, 116(2): 17249-27, 2012.
10. Neville A. M., Properties of concrete. Pearson Education Limited, Harlow, England, 2006.
11. Perna, L., Hanzlicek, T., The solidification of aluminium production waste in geopolymer matrix, J. Clean. Prod. 84, 657-662, 2014.
12. Siddiqui, R., Effect of fine aggregate replacement with class F fly ash on the abrasion resistance of concrete. Cem. Concr. Res. 33 (11), 877-881, 2003.

Răspunsul structural al unei îmbinări adezive prin suprapunere simplă solicitată la întindere uniaxială

Dragoș Ungureanu,

doctorand, Facultatea de Construcții și Instalații Iași, ungureanu_dragos90@yahoo.com

Rezumat

În această lucrare se prezintă rezultatele modelării numerice a unei îmbinări adezive realizată prin suprapunere simplă. Îmbinarea este supusă la întindere uniaxială pentru evaluarea răspunsului structural. Aderenții sunt alcătuiți din platbenzi compozite realizate din fibre din carbon și matrice epoxidică. Adezivul este de tip epoxidic. Geometria îmbinării este în acord cu specificațiile din standardul ASTM D5868. Se studiază variația tensiunilor și deformațiilor specifice pentru diverse grosimi ale stratului de adeziv (0,76 mm, 1 mm, 2 mm). Se prezintă rezultatele modelării numerice sub forma tensiunilor tangențiale, deformațiilor totale și deformațiilor specifice.

Cuvinte cheie: modelare numerică, îmbinare adezivă.

1. INTRODUCERE

Proiectarea îmbinărilor pentru elemente compozite depinde atât de caracteristicile fizice și mecanice ale materialelor constitutive cât și de metoda de îmbinare aleasă [1]. Există trei posibilități de alegere a metodei de îmbinare: îmbinare mecanică (cu tije), îmbinare realizată prin lipire (cu adezivi) și îmbinare hibridă (cu tije și adezivi).

Îmbinarea adezivă este preferată în cazul materialelor compozite deoarece permite distribuirea eforturilor între elementele constitutive într-o manieră uniformă comparativ cu îmbinarea mecanică [2]. De asemenea prin utilizarea adezivilor este posibilă îmbinarea elementelor subțiri (lamelle compozite) și se reduce numărul de elemente auxiliare.

În această lucrare se prezintă trei modele numerice supuse la tracțiune uniaxială și analizate folosind software-ul ANSYS Workbench. Rezultatele obținute sub forma valorilor maxime ale tensiunilor tangențiale și ale deformațiilor specifice sunt corelate cu grosimea stratului de adeziv.

2. MATERIALE

Aderenții sunt alcătuiți din lamele compozite Sika CarboDur XS514, iar adezivul este de tip structural și este bazat pe rășini epoxidice. Lamelele compozite sunt realizate din fibre de carbon pultruzionate și au o gamă largă de aplicare în procesele de consolidare structurală a elementelor realizate din materiale tradiționale. Caracteristicile fizice și mecanice ale aderenților și ale adezivului sunt prezentate în Tabelele 1 și 2 [3, 4].

Tabel 1. Adeziv Sikadur 30 - Proprietățile fizice și mecanice

Densitate [kg/l]	Modulul de elasticitate [MPa]	Rezistența la compresiune [MPa]	Rezistența la forță tăietoare [MPa]	Rezistența la tracțiune [MPa]
1,65	12800	85-95	20	27-32

Tabel 2. Sika CarboDur XS514 - Proprietățile fizice și mecanice

Densitate [kg/l]	Modulul de elasticitate [MPa]	Rezistența la întindere [MPa]	Deformația la rupere [%]	Deformația de calcul [%]
1,60	165000	2500	1,3	0,75

3. GEOMETRIA ÎMBINĂRII

Caracteristicile geometrice ale îmbinării au fost alese în acord cu standardul ASTM D 5868 [5] privind pregătirea și testarea îmbinărilor adezive prin suprapunere simplă a elementelor realizate din polimeri armați cu fibre. În prima configurație s-a ales ca și grosime a stratului de adeziv valoarea de 0,76 mm (0,03 inch) precizată în standard, realizându-se apoi alte două modele cu grosimile de 1, respectiv 2 mm. Grosimea maximă a stratului de adeziv indicată în fișa tehnică este de 3 mm, însă este rareori utilizată în practică. Specificațiile geometrice ale modelelor sunt prezentate în figura 1.



Fig. 1. Caracteristicile geometrice ale îmbinării [mm].

4. MODELAREA NUMERICĂ

Pentru efectuarea analizei cu element finit s-au folosit trei forme primare paralelipipedice. Aceste forme au fost apoi modelate după geometria îmbinării specificându-se poziția și conectivitatea nodurilor. Fiecare formă paralelipipedică este definită de 8 noduri, fiecare nod având trei grade de libertate.

Pentru fiecare model s-a efectuat o discretizare utilizându-se elemente rectangulare de mărime maximă 5 mm pentru aderenți și 1,5 mm pentru adeziv. S-a obținut în acest mod o precizie mărită a valorilor tensiunilor de forfecare în stratul de adeziv. Metoda discretizării este prezentată în figura 2.

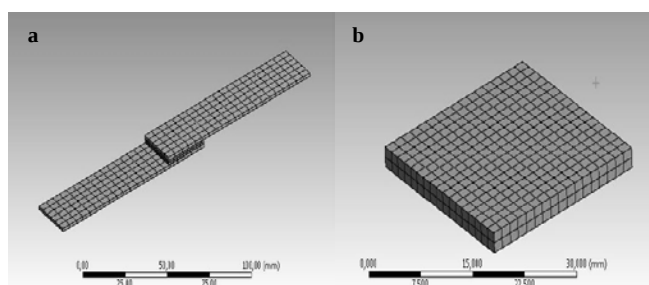


Fig. 2. a) Modelul discretizat; b) Îndesirea rețelei pentru stratul de adeziv.

Lamelele composite au fost modelate considerând materialul ortotrop, iar adezivul a fost considerat ca material izotrop. Condițiile de contur au fost alese apropiate de cele ale modelelor experimentale. În extremitatea dreaptă a fost aplicată forța, iar încastrarea a fost introdusă în partea opusă. Încărcarea a fost menținută constantă pentru cele trei configurații.

Diagramele tensiunilor tangențiale și ale deformațiilor specifice pentru cele trei configurații sunt prezentate în figurile 3-5. Pentru primele două configurații, variația tensiunilor și deformațiilor este nesemnificativă. Creșterea grosimii stratului de adeziv la 2 mm, implică o creștere a valorii maxime a deformațiilor specifice și tensiunilor tangențiale de aproximativ 32%.

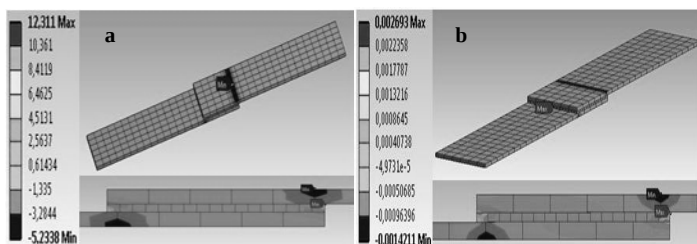


Fig. 3. a) Diagrama tensiunilor tangențiale; b) Diagrama deformațiilor specifice pentru prima configurație ($t_a = 0,76$ mm).

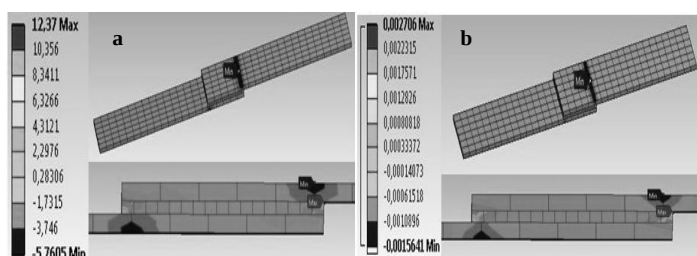


Fig. 4. a) Diagrama tensiunilor tangențiale; b) Diagrama deformațiilor specifice pentru a doua configurație ($t_a = 1$ mm).

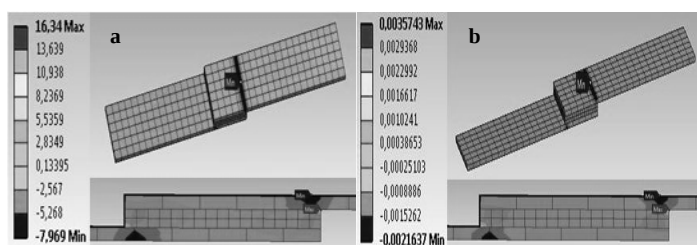


Fig. 5. a) Diagrama tensiunilor tangențiale; b) Diagrama deformațiilor specifice pentru a treia configurație ($t_a = 2$ mm).

5. INTERPRETAREA REZULTATELOR

Rezultatele obținute indică o creștere a tensiunilor tangențiale dependentă de creșterea grosimii stratului de adeziv. Aceeași relație este valabilă și pentru variația deformațiilor specifice. Deformația totală maximă este înregistrată în cazul ultimei configurații, respectiv a stratului de adeziv de 2 mm – 15,413 mm. Variația deformației totale este nesemnificativă ($\sim 0,2$ mm) pentru mărirea grosimii stratului de adeziv de la 0,76 mm (indicat în ASTM D 5868) la 1 mm. Evoluția tensiunilor tangențiale în raport cu deformațiile specifice pentru cele trei modele analizate este prezentată în figurile 6 și 7.

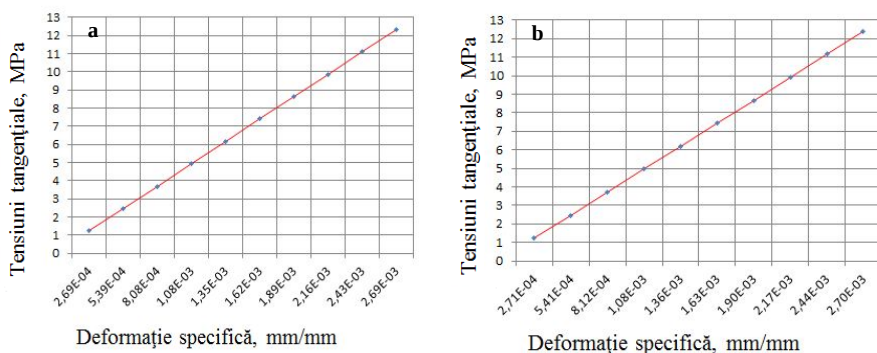


Fig. 6. Variația tensiunilor tangențiale în raport cu deformațiile specifice a) $t_a = 0,76$ mm; b) $t_a = 1$ mm.

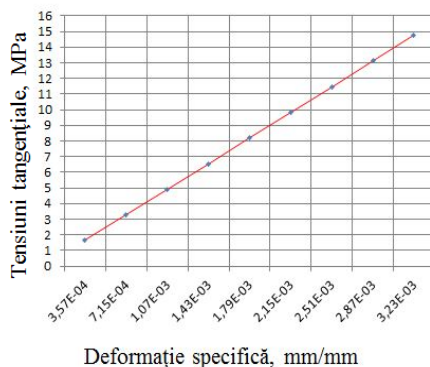


Fig. 7. Variația tensiunilor de forfecare în raport cu deformațiile specifice $t_a = 2$ mm.

6. CONCLUZII

Îmbinarea prin suprapunere simplă este utilizată frecvent datorită costurilor reduse și a ușurinței de fabricare. Există de asemenea suficiente metode de calcul analitic ce permit înțelegerea stării de tensiuni și deformații pentru aderenți și adezivi.

Pentru modelele analizate în această lucrare se remarcă o creștere liniară a tensiunilor tangențiale, a deformațiilor specifice și a deformațiilor ultime dependentă de creșterea grosimii stratului de adeziv. Lamelele compozite utilizate ca și aderenți sunt cu mult superioare adezivului din punctul de vedere al rezistențelor mecanice, modelarea numerică urmărind astfel alegerea unei configurații optime a suprapunerii.

Bibliografie

1. Groll L., Țăranu N., Îmbinări la elemente din materiale compozite. Editura Societății Academice 'MATEI – TEIU BOTEZ', Iași, 2003.
2. Ebnesajjad S., Adhesion Technology Handbook. Second Edition, William Andrew Inc., Norwich, New York, 2008.
3. Lamele Sika CarboDur – Fișa tehnică de produs, 21/01/2008.
4. Sikadur-30 - Fișa tehnică de produs, 21/01/2008.
5. Standard Test Method for Lap Shear Adhesion for Fiber Reinforced Plastic (FRP) Bonding, ASTM D5868.

Aspecte asupra intervențiilor la infrastructura clădirilor vechi din zidărie

Vieriu Mihai Vlad,

doctorand, Facultatea de Construcții și Instalații Iași, vieriuvlad@yahoo.com

Rezumat

Clădirile vechi din zidărie necesită în majoritatea cazurilor măsuri de intervenție atât la suprastructură cât și la infrastructură. Lucrarea de față prezintă principalele elemente de care trebuie ținut seama în evaluarea geotehnică a infrastructurii, factorii ce conduc la apariția unor deteriorări, modalitățile de reabilitare precum și maniera în care intervențiile propuse la suprastructură influențează amploarea măsurilor de reabilitare a infrastructurii. Studiul de caz evidențiază modurile de intervenție la infrastructura prin corelație cu soluțiile de consolidare a suprastructurii clădirii "Casa Sf. Macrina" din cadrul complexului monahal Miclăușeni, județul Iași.

Cuvinte cheie: zidărie, degradare, infrastructură, reabilitare

1. INTRODUCERE

Intervențiile de natura consolidărilor la clădirile vechi din zidărie sunt o necesitate pentru stabilirea siguranței în exploatare reprezentând un domeniu important în activitatea specialiștilor din domeniul construcțiilor. Măsurile de reabilitare a clădirilor din această categorie sunt importante atât prin aducerea acestora în parametrii necesari din punct de vedere a siguranței și stabilității cât și prin asigurarea dezvoltării sustenabile a comunităților pe care acestea le deservesc.

Deși incidența acestor clădiri este crescută în zonele urbane, alcătuind nucleele de dezvoltare a acestora, așa numitele „centre vechi” ale orașelor, putem întâlni astfel de construcții și în zonele limitrofe sau îndepărtate lor, cu preponderență în cadrul complexelor monahale sau a celor care serveau drept reședințe ocazionale oamenilor vremii.

În reabilitarea acestora, deși nu se aplică aceleași reguli restrictive ca în cazul clădirilor declarate monument [1], experții în domeniul ingineriei civile și geotehnice încearcă să armonizeze natura și amploarea intervențiilor de asigurare a

rezistenței și siguranței în exploatare a acestor obiective cu păstrarea valorii lor istorice [2].

Inițierea ideii de necesitate a intervenției la aceste clădiri aparține de cele mai multe ori proprietarului sau utilizatorului. Principalele situații întâlnite în stabilirea necesității unei intervenții pot fi de regulă: intenția reutilizării unei clădiri dezafectate, inducerea nesiguranței în folosire prin observarea accentuării degradărilor de către ocupanți sau posibilitatea refuncționalizării clădirii.

În oricare dintre aceste situații evaluarea nivelului de degradare a infrastructurii reprezintă punctul de plecare în elaborarea studiilor premergătoare propunerii unor soluții de intervenție.

Prezenta lucrare constituie o sinteză la zi a principalilor factori de care trebuie ținut seama în evaluarea geotehnică a infrastructurilor clădirilor vechi din zidărie, a modalităților uzuale de reabilitare a acestora, precum și modul în care intervențiile de consolidare propuse la suprastructură influențează natura și amploarea măsurilor de reabilitare a infrastructurii.

2. DEGRADAREA FUNDAȚIILOR CLĂDIRILOR VECHI DIN ZIDĂRIE. CAUZE, IDENTIFICARE ȘI SOLUȚIONARE

2.1. Factori determinanți în evaluarea geotehnică a fundațiilor clădirilor vechi din zidărie

Fundațiile clădirilor vechi din zidărie sunt în general fundații de suprafață de tipul fundațiilor rigide continue sub ziduri. În analiza nivelului de degradare a acestora este necesară recunoașterea factorilor determinanți ai degradărilor raportați la elementele pe care aceștia îi influențează [3].

Degradarea fundațiilor clădirilor vechi reprezintă o consecință a unuia sau mai multor factori care se pot raporta atât la elementele interne (terenul de fundare sau materialul din care a fost executată fundația) cât și la cele externe, datorate condițiilor de mediu sau interpretării limitate a efectelor fenomenelor ce acționează asupra clădirilor la momentul construirii lor.

În tabelul 1 se prezintă elementele de analiză în evaluarea geotehnică a fundațiilor clădirilor vechi din zidărie precum și factorii ce pot conduce la degradări ale fundațiilor pentru fiecare element în parte.

Tabel 1. Elemente de analiză ce pot fi utilizate în evaluarea geotehnică a fundațiilor clădirilor vechi din zidărie

Elemente de analiză specifică			
Interne		Externe	
Teren de fundare	Material de construcție utilizat	Condiții de mediu și amplasament	Condiții tehnice
Factori determinanți ai degradărilor			
• Fundarea în terenuri dificile • Cedarea locală a terenului datorită unor accidente locale • Agresivitatea terenului de fundare	• Caracteristicile fizice și mecanice inițiale ale materialelor • Caracteristicile actuale ale materialelor	• Agresivitatea apelor subterane • Nivelul precipitațiilor • Variația nivelului apelor subterane • Variația temperaturilor mediului exterior • Existența vegetației • Efectul seismelor	• Principii de proiectare • Execuția • Exploatarea

Elementele interne de analiză se referă la caracteristicile fizice și mecanice ale infrastructurii (teren de fundare și fundație). Factorii determinanți ai apariției degradărilor datorate terenului de fundare, țin seama de posibilitatea amplasării clădirii pe terenuri dificile de fundare, probabilitatea apariției unor evenimente accidentale locale sau de influența agresivității pământului. Modificarea caracteristicilor fizice și mecanice ale materialelor constitutive fundației și ale terenului de fundare reprezintă factorii cauzatori ai apariției degradărilor prin diminuarea valorii acestora.

Elementele externe de analiză specifică studiază influența condițiilor tehnice și a condițiilor de mediu în mecanismul de apariție a degradărilor la nivelul infrastructurii prin cuantificarea efectului pe care acestea îl manifestă asupra caracteristicilor interne ale acesteia.

Astfel, în motivarea apariției acestor deteriorări se are în vedere faptul că în cele mai des întâlnite situații, nu unul ci un cumul de factori redau cauza apariției degradărilor fundațiilor clădirilor vechi din zidărie [3].

2.2. Identificarea degradărilor fundațiilor clădirilor vechi din zidărie

În funcție de factorul sau complexul de factori ce dezvoltă degradări ale fundației, la nivelul suprastructurii apar degradări ca o reflectare a celor dezvoltate la fundații [4].

Astfel, degradările fundației se reflectă în mod diferit la nivelul suprastructurii, în funcție de mecanismul apariției lor. În subcapitolele ce urmează se vor exemplifica principalele manifestări în suprastructură a degradărilor fundațiilor în funcție de factorii lor determinanți.

2.2.1. Degradări ale suprastructurii datorate fundării în pământuri dificile corelată cu schimbări ale condițiilor de mediu și amplasament

Apariția degradărilor la infrastructură datorită amplasării clădirilor vechi din zidărie pe terenuri dificile de fundare se poate reflecta la nivelul suprastructurii prin apariția de fisuri sau crăpături.

În cazul fundării în pământuri din categoria celor cu umflări și contracții mari (PUCM), prin variații de umiditate (creșterea/diminuarea nivelului de precipitații sau variații ale nivelului apei subterane) modul de fisurare se prezintă sub mai multe forme.

În figura 1 se prezintă traseul fisurilor la suprastructură de tip ”A” datorate contracțiilor (figura 1.a.) sau de tip ”V” datorate umflărilor (figura 1.b.) prezente în zonele mediane ale clădirilor.

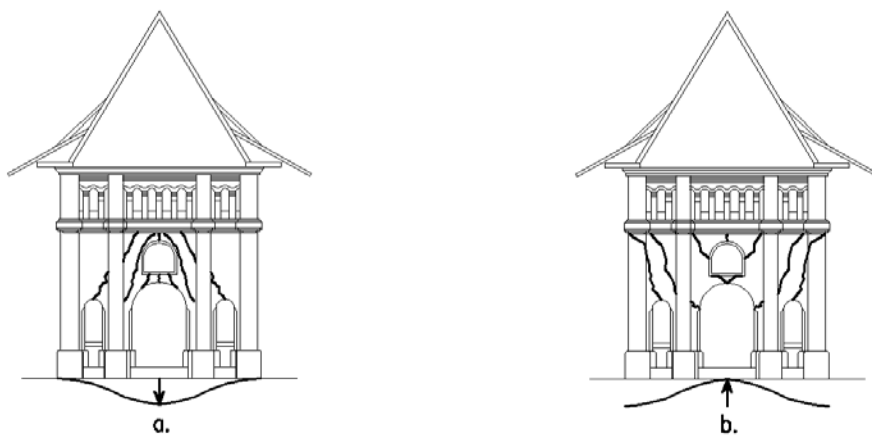


Fig. 1. Trasee ale fisurilor la suprastructură datorate umflărilor și contracțiilor pământurilor în zonele mediane ale clădirilor

În figura 2 se reprezintă modul de apariție a fisurilor în cazul contracțiilor (figura 2.a) sau umflărilor (figura 2.b) datorită variației de umiditate în pământurile din categoria celor cu umflări și contracții mari, la extremitățile clădirii.

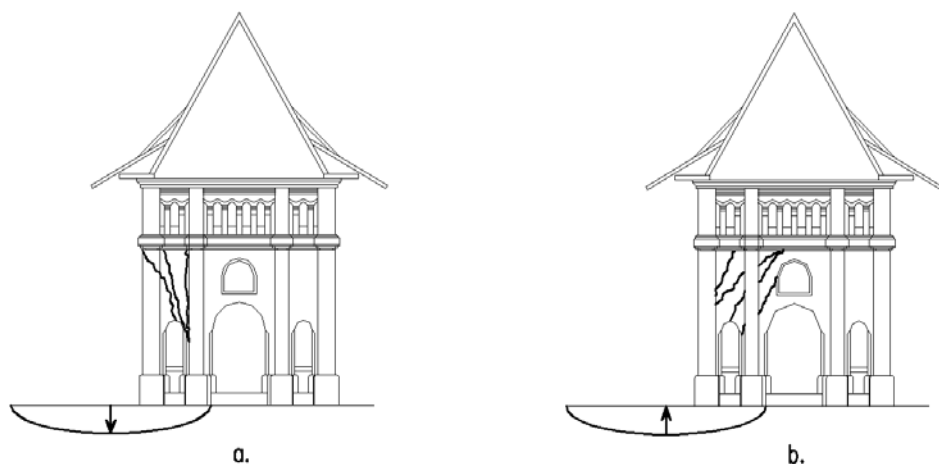


Fig. 2. Modul de dezvoltare a fisurilor la suprastructură datorate contracțiilor și umflărilor pământurilor la extremitățile clădirilor

2.2.2. Degradări ale suprastructurii datorate existenței unui corp rigid în masa terenului de fundare

În unele cazuri, clădirile vechi pot fi localizate pe același amplasament pe care a existat o altă clădire, fundațiile fostei clădiri încă prezente pe amplasament producând neuniformități în rigiditatea și rezistența terenului de fundare.

Figura 3 prezintă influența existenței unei asemenea fundații în masa terenului de fundare a unei clădiri din zidărie asupra modului în care fisurile s-au dezvoltat.

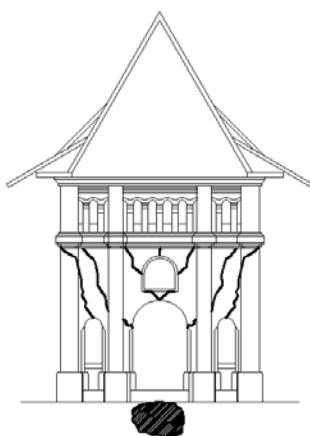


Fig. 3. Dezvoltarea fisurilor în cazul existenței unui corp rigid în masa terenului de fundare

2.2.3. Degradări ale suprastructurii datorate variației nivelului apei subterane atunci când în terenul de fundare se găsesc și pământuri din categoria celor sensibile la umezire (PSU)

În cazul în care pământul de la nivelul tălpii de fundare nu se prezintă sub forma unui strat omogen, intercalându-se și straturi de pământuri sensibile la umezire, urcarea sau coborârea nivelului apei subterane, prin efectul pe care îl are asupra acestor straturi poate conduce la tasări neuniforme ale fundației clădirii.

În figura 4 se reprezintă modul în care urcarea nivelului apei subterane corelat cu prezența zonală a pământurilor sensibile la umezire poate conduce la desprinderea și înclinarea turnului unei biserici.

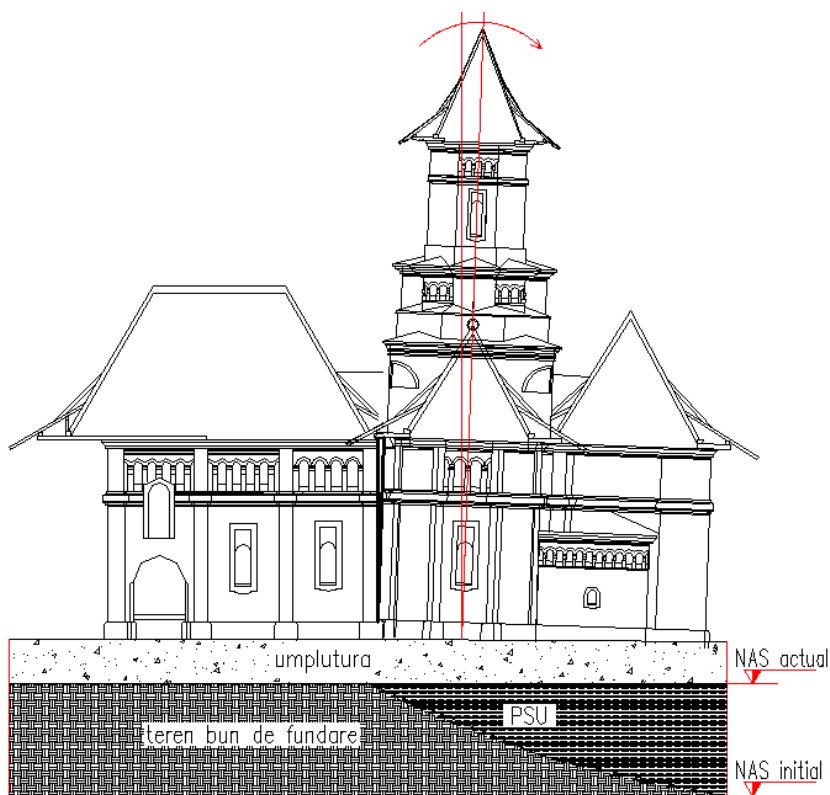


Fig. 4. Tasare diferențială cu înclinarea turnului unei biserici ca urmare a creșterii nivelului apei subterane

2.2.4. Degradări ale suprastructurii prin prezența vegetației în vecinătatea clădirii

Prezența copacilor în imediata apropiere a clădirilor poate produce, în funcție de natura pământului, degradări ale fundației prin contracții ale pământului datorate fenomenului de asecare (figura 5.a.) sau prin împingerile orizontale sau verticale induse fundațiilor de mărirea volumului rădăcinilor (figura 5.b.).

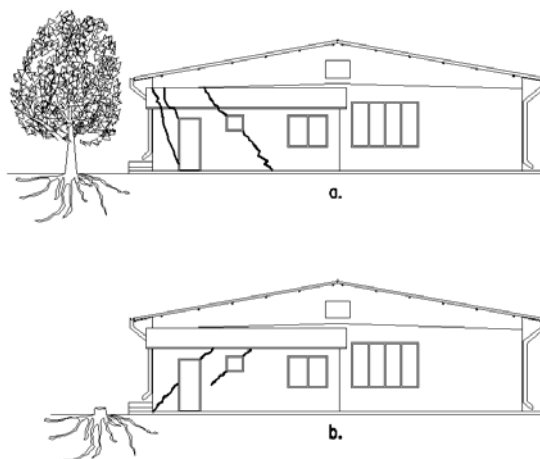


Fig. 5. Dispunerea fisurilor ca urmare a prezenței vegetației în vecinătatea clădirii prin contracții și umflări ale pământului

2.3. Remedierea a degradărilor fundațiilor clădirilor vechi din zidărie

Pentru diminuarea efectelor produse de procesele de degradare a fundațiilor se pot aborda una sau o combinație de soluții de intervenție care se referă la [3]:

- Mărirea capacității de deformare a clădirii în preluarea solicitărilor produse de deformațiile neuniforme ale fundațiilor.
- Posibilitățile de schimbare a sistemului structural al clădirii.
- Micșorarea presiunilor pe talpa fundației.
- Mărirea adâncimii de fundare până la nivelul terenului bun de fundare prin subzidiri.
- Eliminarea variațiilor de umiditate din terenul de fundare prin suprimarea cauzelor acestora.
- Îmbunătățirea terenului de fundare.

3. ASUPRA INTERVENȚIILOR LA INFRASTRUCTURĂ PRIN CORELAȚIE CU SOLUȚIILE DE CONSOLIDARE A SUPRASTRUCTURII CLĂDIRILOR VECHI DIN ZIDĂRIE. STUDIU DE CAZ

În propunerea soluțiilor de consolidare la clădirile vechi din zidărie este necesar a se anticipa maniera în care acestea influențează comportarea fundației. În practică se disting patru cazuri și anume:

- a. În urma analizei globale a comportării structurii rezultă că nu este necesar a se interveni nici la suprastructură și nici la infrastructură – caz care în practică este puțin probabil a se întâlni, datorită faptului că legislația în vigoare impune anumite condiții în termeni de rezistență și stabilitate, care la momentul construcției acestor clădiri nu existau sau care impuneau valori mai mici în aceiași termeni.
- b. Rezultă necesitatea intervenției numai la suprastructură, lucrările la nivelul fundațiilor având rolul de a asigura conlucrarea dintre elementele de consolidare ale suprastructurii și fundație.
- c. Se impun intervenții la fundația clădirii datorate nerespectării condițiilor impuse de normele actuale în domeniul proiectării geotehnice.
- d. Modificările pe care le suferă suprastructura prin măsurile de consolidare propuse, schimbarea destinației sau refuncționalizarea clădirii aduc un aport de încărcări la nivelul fundației și impun consolidarea acesteia.

3.1 Considerații asupra intervențiilor la infrastructură prin corelație cu soluțiile de consolidare a suprastructurii

În cele mai des întâlnite situații, modul de soluționare a consolidării / refuncționalizării clădirilor vechi din zidărie influențează amploarea soluțiilor de consolidare a fundației. Deși de cele mai multe ori consolidarea fundației reprezintă o necesitate cu factori de cauzalitate în condițiile tehnice anterior prezentate sunt situații în care prin propunerile de schimbare funcțională (schimbarea destinației clădirii, etajări, mansardări etc.) soluțiile de consolidare a fundațiilor țin seama de aportul de încărcări adus în urma refuncționalizării și de posibilitatea schimbării clasei de importanță a clădirii [5].

3.2 Studiu de caz „Casa Sf. Macrina” din cadrul complexului monahal Miclăușeni, județul Iași

Construcția analizată - Casa „Sf. Macrina” - este situată în Miclăușeni în imediata vecinătate a Castelului familiei Ioan S. Sturza. Nu se cunoaște data construirii, din informațiile culese, clădirea a fost construită în jurul anului 1900 [6].

În timp clădirea a suferit o serie de modificări funcționale și implicit structurale.

Clădirea analizată este o construcție parter, parțial cu etaj și parțial cu pod, compusă, din punct de vedere arhitectural, din trei corpuri - unul central și două laterale, întregul ansamblu sugerând forma de U în plan, cu concavitatea către fațada principală (figura 6).

Corpul central are formă dreptunghiulară în plan și este dezvoltat pe nivelul parterului, cu podul mansardat, iar cele două corpuri laterale, dispuse decalat simetric față de axul longitudinal al corpului central sunt dezvoltate pe nivelul parterului și etajului și sunt prevăzute cu pod jos și acoperiș din șarpantă de lemn.



Fig. 6 Casa „Sf. Macrina” – Fațadă principală

3.2.1. Descrierea situației existente a clădirii

Structura de rezistență a clădirii este alcătuită din pereți portanți din zidărie de cărămidă (figura 7) dispuși după 10 axe și 7 șiruri.



Fig. 7 Pereții portanți din zidărie de cărămidă – fotografie interioară cu evidențierea intervențiilor anterioare la suprastructură

Fundațiile sunt din zidărie din piatră iar adâncimea lor se este între -0,80m ... -1,50 m față de CTA – la fundațiile exterioare (figura 8.a.), cotele față de nivelul terenului amenajat fiind variabile ca urmare a pantei terenului.

Adâncimea de fundare la fundațiile zidurilor interioare este la -0,55 m ... -0,60 m față de cota $\pm 0,00$ a pardoselii (figura 8.b.).



Fig. 8 Fundațiile din piatră exterioare și interioare

Cota superioară a fundațiilor din piatră se află cu cca 25 cm mai jos față de cota $\pm 0,00$ m a clădirii.

3.2.2. *Descrierea propunerilor arhitecturale și a soluțiilor de consolidare a fundației*

La solicitarea beneficiarului propunerea arhitecturală a fost de a extinde clădirea pe laturile fațadei principale și posterioare cu terase și de a mansarda clădirea pe întreaga suprafață.

Propunerea arhitecturală a impus execuția unui planșeu din beton armat, continuu pe toată suprafața, inclusiv terasele, prevăzut cu grinzi, centuri și centuri-buiandrug. Execuția planșeului din beton armat a fost realizată tronsonat, după dezafectarea vechiului planșeu din lemn a mansardei de peste corpul central și implicit a zidurilor joase de pe cele două fațade care susțin structura de lemn a mansardei, până la nivelul de sub planșeul ce urmează a fi pus în operă. Execuția planșeului a fost realizată începând peste parterul tronsoanelor marginale, cu prevederea de legături în „pieptene” pe zidurile adiacente plăcilor [6].



Fig. 10 Consolidarea fundațiilor din piatră

Figura 11 prezintă clădirea după finalizarea lucrărilor de intervenție cu păstrarea elementelor arhitecturale inițiale.



Fig. 11 Vedere de ansamblu a clădirii după finalizarea lucrărilor de intervenție

4. CONCLUZII

Degradările fundațiilor clădirilor vechi din zidărie sunt rezultatul unuia sau mai multor factori atât de natură internă (teren de fundare sau fundație) cât și de natură externă (condiții de mediu și amplasament sau condiții tehnice).

O primă estimare a naturii mecanismului de degradare a fundației poate fi făcută în baza inspecției vizuale a dispunerii degradărilor (fisuri sau crăpături) la nivelul suprastructurii.

Intervenția la infrastructura clădirilor vechi din zidărie este în strânsă corelare cu natura intervențiilor la suprastructura acestora.

Studiul de caz exemplifică influența asupra intervențiilor la infrastructură prin corelație cu soluțiile de consolidare a suprastructurii clădirilor vechi din zidărie precum și modul în care specialiștii din domeniul ingineriei civile, respectiv ingineriei geotehnice, prin soluțiile de intervenție adoptate, încearcă să păstreze valoarea istorică a acestora.

Bibliografie

- [1] *Legea nr. 422 din 18 iulie 2001 privind protejarea monumentelor istorice* republicată în M.O. nr. 938 din 20 noiembrie 2006.
- [2] N.G. Maldonado, P.E.Martín, I.A.Maldonado *Structural Rehabilitation Studies of Masonry Building Heritage Under Near Fault Earthquake: A Case Study* 15 WCEE Lisboa 2012.
- [3] Popa A., Ilieș N. M. *Consolidarea fundațiilor*. U.T.PRESS, Cluj-Napoca 2009.
- [4] Stanciu A., Lungu I. *Fundații*, Editura Tehnică, București 2006.
- [5] P100-3 / Cod de evaluare și proiectare a lucrărilor de consolidare la clădiri existente, vulnerabile seismic, VOL. 1 – Evaluare, Redactarea a I-a.
- [6] Nour D. S., Vieriu E. *Expertiza tehnică a casei "Sf. Macrina" din Miclăușeni, în vederea consolidării și refuncționalizării*, S.C. Sygnal Beton SRL, Iași 2007.
- [7] Vieriu E., Vieriu M. V., *Consolidarea și modernizarea obiectivului Casa "Macrina" – Miclăușeni*, S.C. Elmilo SRL, Iași 2007.
- [8] Tologea S., *Patologia construcțiilor. Probleme privind patologia și terapeutica construcțiilor*, Ed. Tehnică, București 1976.
- [9] Tologea S., *Accidente și avarii în construcții*, Ed. Tehnică, București 1980.