



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

Al VIII-lea simpozion național

Creații universitare

Cercetări științifice interdisciplinare în Inginerie Civilă

2015

ISSN 2247-4161

ISSN-L 2247-4161

05 iunie 2015, Facultatea de Construcții și Instalații, 0.1R,
ora 10.00

“Creații universitare 2015”, Simpozion Național
Iași, România, 5 Iunie 2015

C U P R I N S

1. Conceptul integrat de modelare a materialelor compozite armate cu textile – Axinte Andrei Octavian	1 - 11
2. Factorii principali ce influențează eficiența și performanțele stabilizării pământului în adâncime prin malaxare – Bitir Andrea Cristina	12 – 19
3. Vulnerabilitatea seismică în cazul Municipiului Iași. Studiu de caz – Bunea Georgiana	20 - 27
4. Prevenirea accidentelor la locul de muncă din construcții – Butnaru Bogdan Iulian	28 - 36
5. Contribuții la studiul tehnico economic pentru realizarea unor structuri din beton autocompactant comparativ cu betonul vibrat – Cazacu Nicolae	37 - 43
6. Identificarea alunecărilor de teren în zona municipiului Iași – Chirica Mihai	44 - 53
7. Costul calității și noncalității în construcții – Chirilă Georgiana Cătălina	54 - 59
8. Necesitatea urmăririi comportării în timp a construcțiilor – Costea Valeria (Enache)	60 - 70
9. Dezastre naturale în lume și în România – Dinu Ionel Daniel	71 - 78
10. Definirea și evaluarea sustenabilității transportului rutier. Indicatori de sustenabilitate – Dragoslav Diana Nicoleta (Dima)	79 - 86
11. Contribuția grosimii și densității miezului asupra rigidității și greutateii unui element stratificat de tip sandviș – Dupir Iuliana (Hudișteanu)	87 - 93
12. Calculul pereților structurali tip framing prin metoda peretelui structural segmentat – Florența Ion	94 - 102
13. O altă perspectivă în analiza compresibilității pământului – Ilaș Andrei	103 - 112
14. Posibilități de utilizare a rocilor bituminoase din România în tehnica rutieră – Ioniță Gabriela	113 - 121
15. Studiu privind îmbinările utilizate la construcțiile din lemn amplasate în zone seismice – Leizeriuc Tudor Andrei	122-127
16. Noțiuni introductive privind rețelele neuronale artificiale – Pandelea Alexandrina Elena	128-133
17. Rolul percepției utilizatorilor în evaluarea calității – Parincu Dorian	134-141
18. Influența adaosurilor din betoane asupra caracteristicilor betonului proaspăt și întărit - Plian Diana	142-149
19. Reutilizarea structurii rutiere vechi la construcția structurii rutiere noi - Scânteianu Ionela (Botezatu)	150-155
20. Optimizarea parametrilor de proiectare a silozurilor metalice circulare – Toma Alina Elena	156-163
21. Analiză economică privind reabilitarea energetică a lăcașelor de cult - Biserica Adormirea Maicii Domnului din Iași – Țurcanu Florin Emilian	164-172
22. Resursele de energie regenerabilă la nivelul României – factor determinant în eficiența energetică – Zăpodeanu Iulian Daniel	173-181

Conceptul integrat de modelare a materialelor compozite armate cu textile

Andrei Octav Axinte¹,

¹doctorand, Facultatea de Construcții și Instalații Iași, email: aaxinte0@yahoo.com

Rezumat

Textilele sunt considerate a fi printre cele mai eficiente armături pentru materialele compozite, cele mai utilizate fiind țesăturile. Materiale compozite armate cu țesături au însă o arhitectură internă complexă, ceea ce face ca analiza lor să nu fie simplă. S-a convenit implementarea unei ierarhii standard de modelare bazată pe conceptul integrat de modelare a textilelor, considerând trei scări de modelare și anume: modelarea micromecanică a firelor, modelarea mesomecanică a celei unitate de material și modelarea macromecanică a țesăturii. O caracteristică importantă a modelelor disponibile este că acestea sunt toate dezvoltate pentru anumite arhitecturi textile, lipsind un model generalizat, valabil pentru toate tipurile de țesături, care să poată accepta drept parametru chiar modelul de țesătură.

Performanța mecanică poate fi determinată fie pe cale experimentală fie prin simulări; ultima variantă este o abordare mai puțin costisitoare, utilizată în mod obișnuit în determinarea proprietăților mecanice ale țesăturilor.

Cuvinte cheie: materiale compozite armate cu textile, armături tip țesătură, modelarea materialelor compozite, celulă unitate.

1. ASPECTE GENERALE

Dezvoltarea fibrelor a constituit un imbold pentru ingineri să ia în calcul textilele pentru aplicații de înaltă performanță, cum ar fi cele din domeniile construcțiilor și aeronauticii [1]. La nivel global, cea mai mare cantitate de materiale compozite este utilizată în industria constructoare de mașini (peste 30% din volumul total de materiale compozite) și industria aeronautică (peste 20% din volumul total de materiale compozite), urmate de ingineria civilă și industria producătoare de electricitate. Textilele sunt considerate a fi printre cele mai eficiente armături pentru materiale compozite; folosirea materialelor textile care utilizează fibre precum cele de carbon, sticlă sau aramidice, a făcut posibilă creșterea utilizării acestora în mai multe aplicații industriale [2].

Materialele textile compozite au caracteristici inovatoare, datorită geometriei complexe a armăturilor. Caracteristicile acestor compozite oferă o varietate de

funcții spațiale posibile prin diferite forme de fire curbe și pot fi utilizate la consolidarea structurilor portante. În plus, aceste materiale sunt net superioare materialelor compozite generale, din punct de vedere al rezistenței și rigidității. Ele permit fabricarea de forme complexe într-o singură operație sau proces. Obținerea unor astfel de piese nu este ușoară, deoarece toate formele posibile depind de orientarea și comportamentul mecanic al materialului textil în timpul procesului de formare, anterior aplicării rășinii polimerice. Comportamentul mecanic al firelor textile este determinat de tehnologia de fabricație care influențează proprietățile mecanice ale compozitului la nivel macroscopic [2], [3], [4]. Pentru a se putea proiecta un material compozit, trebuie să se plece de la parametrii mecanici ai materialelor constitutive alese (matrice și armătură).

Analiza structurilor textile, utilizate ca armătură în compozitele avansate, trebuie să ia în considerare două criterii de bază: geometria produselor textile (structura) și prelucrarea acestora [1]. Ținând seama de aceste criterii, textilele utilizate ca armătură în materialele compozite pot fi clasificate în: unidimensionale, bidimensionale și tridimensionale [5].

În funcție de arhitectura lor, armăturile textile pot fi grupate ca fiind discrete, continue, cu geometrie plană și spațială. Componenta textilă poate fi reprezentată de fire scurte, filamente sau fire lungi, țesături sau structuri complexe - continue sau nu, cu sau fără orientare controlată [6]. Acestea se diferențiază prin proprietăți cum ar fi: orientarea firelor, stabilitatea dimensională, versatilitatea structurală și productivitatea.

Principalele categorii de textile relevante pentru materialele compozite sunt cele țesute, împletite, tricotat și cusute (Fig. 1).

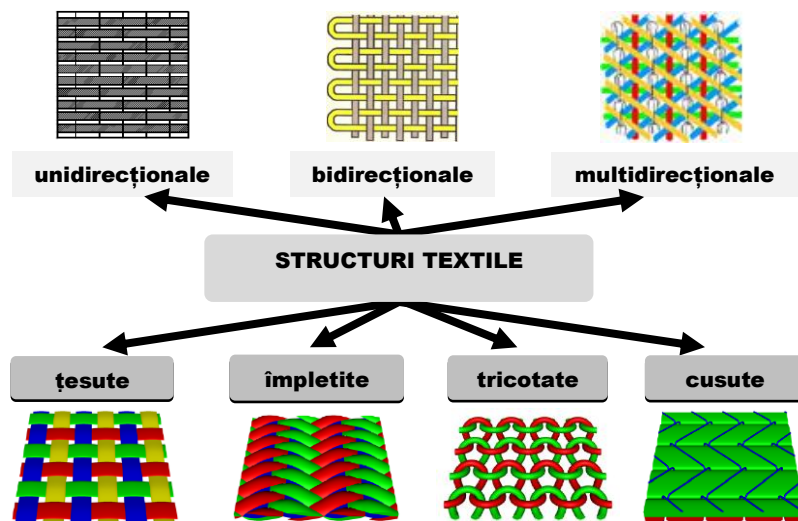


Fig. 1 Structuri textile

2. ARMĂTURI DE TIP ȚESĂTURĂ

Cele mai utilizate textile cu rol de armătură sunt țesăturile. Armarea cu țesături conferă produsului caracteristici mecanice bune, mai ales pentru pânzele subțiri, o foarte bună flexibilitate, remarcabile proprietăți de drapare și un bun raport rezistență/greutate. Componentele structurale de bază ale țesăturii sunt firele, ce sunt formate din fibre (Fig. 2).

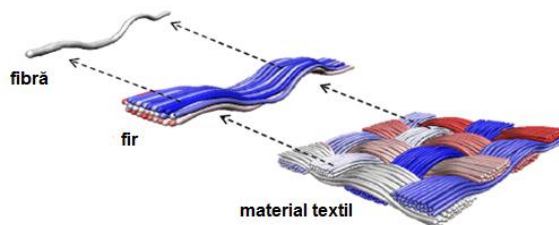


Fig. 2 Componentele țesăturii (fibre și fire) (după [7])

Țesăturile sunt obținute prin împletirea/petrecerea firelor pe două direcții ortogonale (urzeala la 0° și băătura la 90°) într-un model regulat sau stil de țesere (Fig. 3), urmând pași prestabiliți. Firele care se țes pe lungimea materialului sunt cunoscute sub numele de urzeală (eng. *warp*) și se numesc capete (eng. *ends*) în timp ce firele scurte de pe direcția transversală a țesăturii formează băătura (eng. *fill* sau *welf*) și se numesc bățai (eng. *picks*) [8].

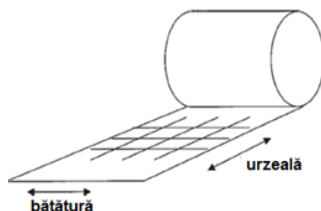


Fig. 3 Firele de bază dintr-o țesătură de tip pânză și direcțiile acestora

Proprietățile mecanice ale țesăturilor sunt determinate de:

- parametrii de țesere, cum ar fi arhitectura modelului, dimensiunea firelor, lungimea de spațiere a firelor, unghiul de ondulare și fracțiunile volumetrice ale fasciculelor de fibre;
- parametrii de laminat, cum ar fi orientarea lamelelor și fracțiunea volumetrică a ansamblului de fire.

Modul de petrecere a firelor poate urmări anumite configurații fixe, care depind de natura firelor, destinația sau modul de prelucrare ulterioară a țesăturii. Integritatea țesăturii este menținută de interblocarea mecanică a firelor. Draparea (capacitatea

unui material de a lua forma unei suprafețe complexe), netezimea suprafeței și stabilitatea unei țesături sunt controlate de legătură.

Desenul de legătură a unei țesături este caracterizat de raportul de legătură R , în urzeală R_u (reprezintă numărul de fire de urzeală cu evoluție distinctă de legare, respectiv este numărul de fire după care evoluția de legare a firelor de urzeală cu firele de bătătură se repetă reciproc) și în bătătură R_b (reprezintă numărul firelor de bătătură din cadrul raportului de legătură, după care evoluția de legare a firelor de bătătură cu firele de urzeală se repetă identic).

Principalele tipuri de legături dintre sistemele de fire ale unei țesături sunt legături fundamentale, legături combinate și legături derivate.

Legăturile fundamentale sunt acele legături în care fiecare fir de urzeală sau de bătătură se leagă o singură dată în limitele raportului, iar raportul de legătură este un raport egal ($R_u = R_b = R$). Raportul este întotdeauna un pătrat în care este distribuit cu pas constant câte un segment de legătură unitar pe fiecare fir de urzeală și pe fiecare fir de bătătură. Principalele legături fundamentale sunt: țesături cu legătură pânză, țesături cu legătură diagonal și țesături cu legătură satin sau atlas (Fig. 4).

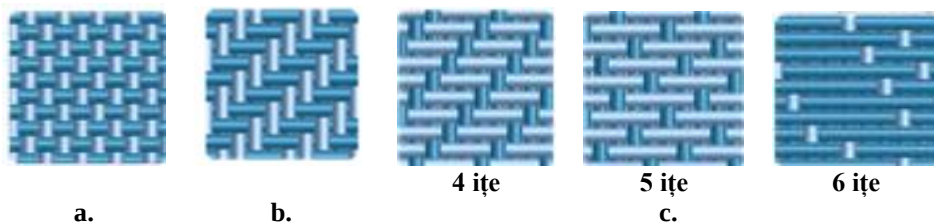


Fig. 4 Structuri textile țesute: **a.** pânză (tafta), **b.** diagonal (serj), **c.** satin (atlas)

La tipurile de legături prezentate, prețul materialelor compozite armate cu țesăturile rezultate, raportat la kilogramul de material armat, este cu atât mai mare cu cât pânza este mai subțire și cu cât proporția de material de armare introdus este mai mare. O influență apreciabilă asupra caracteristicilor mecanice o au tipul de legătură, grosimea și gradul de răsucire a firelor și textura țesăturii. O mențiune trebuie făcută referitor la faptul că cele mai bune caracteristici mecanice se realizează la armarea cu pânze subțiri de țesături.

Sistemul de legătură (țesere) influențează flexibilitatea și prelucrabilitatea țesăturii, precum și direcția valorilor maxime ale caracteristicilor mecanice. Spre exemplu, țesătura echilibrată (urzeala este egală cu bătătura) se recomandă în situațiile în care valorile rezistenței mecanice trebuie să fie egale pe cele două direcții perpendiculare.

3. MODELAREA MATERIALELOR COMPOZITE ARMATE CU TEXTILE

În ultimele decenii, armături mai complexe, cum ar fi cele textile, au devenit utilizate pe scară largă în domeniul compozitelor, datorită unei mai bune cunoașteri a tehnologiilor de fabricare a textilelor, a manevrării ușoare a acestora, dar și datorită proprietăților lor mecanice bune. Cu toate acestea, aceste materiale au o arhitectură internă complexă ceea ce face ca analiza lor să nu fie simplă. Mai mult decât atât, datorită manipulării în timpul procesului de producție a compozitului textil, acesta poate fi deformat destul de mult și, prin urmare, îi pot fi influențate proprietățile mecanice și comportamentul.

Din cercetările existente privind modelarea materialului compozit armat cu țesături și procesul corespunzător de deformare a acestuia, pot fi evidențiate două variante de abordare: modelul geometric și modelul mecanic. Modelul geometric descrie materialul folosind o rețea asemănătoare unei plase de prins pești (eng. *pin-jointed fishnet model*) și consideră țesătura ca fiind o suprafață elastică, compusă din elementele mai mici. Acest model este eficient, dar ignoră anumite comportamente mecanice. Modelul mecanic descrie materialul folosind elemente finite și simulează mecanic procesul de deformare a materialului. Modelul mecanic continuu folosește elemente finite de tip pânză (eng. *shell*) sau de tip membrană (eng. *membrane*) pentru a reprezenta materialul. Modelul mecanic bi-component folosește o combinație de element finit pânză/membrană și grindă cu zăbrele/element de grindă pentru modelul țesăturii. Un aspect important în modelarea mecanică a țesăturii este capturarea realistă a comportamentului tensiune-deformație specifică, care este în mod invariabil anizotrop, neliniar și care păstrează deformații permanente la eliminarea solicitărilor (comportament de histerezis). Caracteristicile geometriei semifabricatului pot fi studiate la trei scări diferite (Fig. 5):

- a) scara macroscopică a unui semifabricat complet;
- b) scara mezosopică, cu dimensiuni de aproximativ 1 mm la 1 cm, pentru secțiuni de fire și pentru celulele unitate;
- c) scara microscopică, aproximativ 10 μm până la 100 μm , pentru diametrul fibrelor.

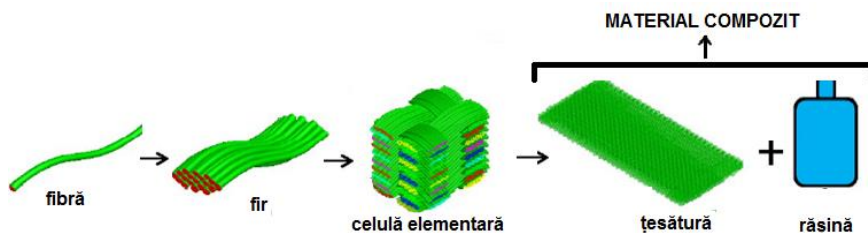


Fig. 5 Etape ierarhice pentru fabricarea și analiza compozitelor armate cu textile (după [8])

Conform conceptului integrat de modelare a textilelor, singurele date de intrare ale procedurii de proiectare sunt proprietățile fibrelor, firelor și structura țesăturii. În prima etapă de modelare, proprietățile fibrelor (tipul fibrelor, numărul de fibre, orientare) sunt introduse ca parametri de intrare pentru analiza mecanică a firului și calculul proprietăților acestuia. Apoi, proprietățile firelor sunt transferate în a doua etapă de modelare. Selectarea proprietăților firelor și atribuirea acestora firelor modelate, corespunde unei proceduri de omogenizare, care leagă cele două etape individuale. Ulterior, structura țesăturii este introdusă în etapa de modelare mezomecanică. În această etapă, firele sunt reprezentate ca structuri continue și analiza se limitează la studiul celulei unitate. Apoi, o a doua etapă de omogenizare este necesară pentru conectarea celei de a doua și a treia etape de modelare, definind proprietățile dorite al celulei unitate și atribuirea lor în modelele de țesătură continuă. În final, etapa de modelare macromecanică se bazează pe generarea de structuri simplificate (de obicei un material continuu) și prezicerea performanței mecanice a pieselor din material textil extinse în deformări complexe.

Pe baza etapelor de modelare menționate au fost dezvoltate metode de analiză distincte, integrate într-o abordare de modelare compusă. Astfel, s-a convenit implementarea unei ierarhii standard de modelare [9], [10] bazată pe cele trei scări de modelare: modelarea micromecanică de fire, modelarea mezomecanică a celulei unitate de material și modelarea macromecanică a țesăturii (Fig. 6).

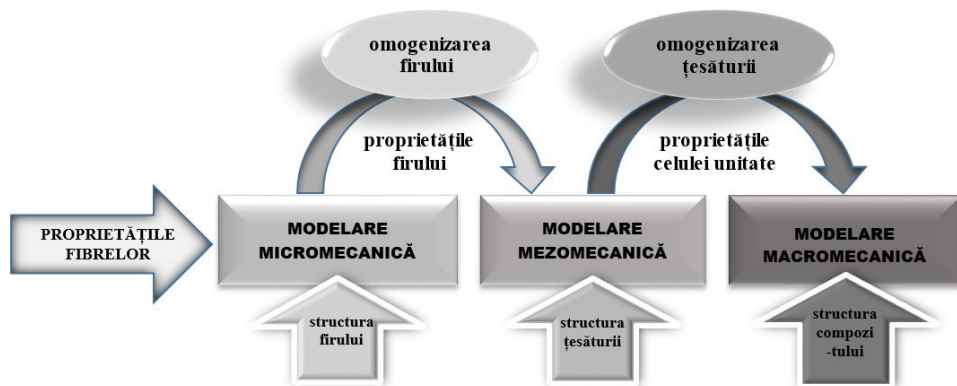


Fig. 6 Modelarea integrată a materialelor compozite textile (adaptare după [11])

Performanța mecanică poate fi determinată fie pe cale experimentală sau prin simulări; ultima variantă este o abordare mai puțin costisitoare, utilizată în mod obișnuit în determinarea proprietăților mecanice ale țesăturilor. Multe dintre aceste modele au fost revizuite de Byun și colab. [12] și [13] pentru compozite textile 2D și 3D, și Ayranci și colab. [14] pentru compozitele cu textile împletite 2D. Lomov și colab. [15] au folosit modelarea 3D a țesăturilor cu programul WiseTex [16]. Pe de altă parte, comportarea elastică a compozitelor armate cu țesături depinde de o

serie de factori care includ proprietățile fibrelor și ale matricei, arhitectura țesăturii și fracțiunile volumetrice ale fibrelor relative și totale (adică proporția volumului fibrelor în fire) [17]. Predicția cât mai realistă a proprietăților mecanice ale țesăturilor este de primă importanță pentru succesul compozitelor armate cu țesături [9].

O caracteristică importantă a modelelor disponibile este că acestea sunt toate dezvoltate față de anumite arhitecturi textile. Lipsește un model generalizat de țesături, care poate trata modelul țesătură în sine ca un parametru [9]. Relațiile dintre parametrii geometrici nu au fost complet investigate în studiile publicate pentru a determina cu acuratețe variația unui parametru și dacă efectele sale sunt interdependente cu cea a altor parametri de proiectare [18].

4. MODELE GEOMETRICE ALE CELULEI UNITATE

În modelarea analitică/numerică a materialelor textile se folosește o celulă reprezentativă care se repetă, așa-numita celulă unitate - CU (eng. *unit cell*), pe care se bazează predicția proprietăților acestora.

Unul dintre primele modele geometrice, extrem de idealizate, ale unei celule unitate de țesătură cu legătură pânză a fost prezentat de Peirce [19]. Modelul lui Peirce (Fig. 7a) are fire cu secțiuni transversale circulare și incompresibile. Kemp [20] a modificat modelul lui Peirce, descriind fire cu secțiuni transversale eliptice (Fig. 7b), realizând astfel o reprezentare mai realistă a geometriei țesăturii. Shanahan și Hearle [21] au prezentat un model geometric folosind fire cu secțiuni transversale de formă lenticulară (Fig. 7c) și au introdus calculul prin metode energetice. Ning și Chou [22] au dezvoltat un model de celulă unitate mult mai idealizat (Fig. 7d) pentru estimarea conductivității termice efective în plan a țesăturii cu legătura de tip pânză. O altă reprezentare a secțiunii firelor a fost propusă de Searles [23] care a introdus funcții pentru caracterizarea jumătății superioare și inferioare a secțiunii transversale ale firelor, relative la poziția liniei centrului de greutate (Fig. 7e). Hofstee și van Keulen [24] au propus un model geometric de celule unitate țesute folosind fire de secțiune variabilă (Fig. 7f).

Pentru stabilirea ecuației constitutive a materialului compozit textil, au fost dezvoltate o serie de abordări analitice [25], [26], [27], [28]. Acestea au fost folosite în special ca și coduri de analiză pentru a prezice proprietățile generale și răspunsul mecanic. Cea mai simplă metodă este bazată pe regula amestecului și teoria clasică a laminatului (eng. *CLT*). În aceasta metodă, laminatele compozite sunt tratate ca materiale omogenizate. Pentru a include descrierea geometriei materialului textil și a sistemului de materiale eterogene, au fost dezvoltate abordările partiției de volum. O metodă de discretizate a celulei unitate reprezentative în sub-celule a fost propusă de Tabiei și Jiang [29].

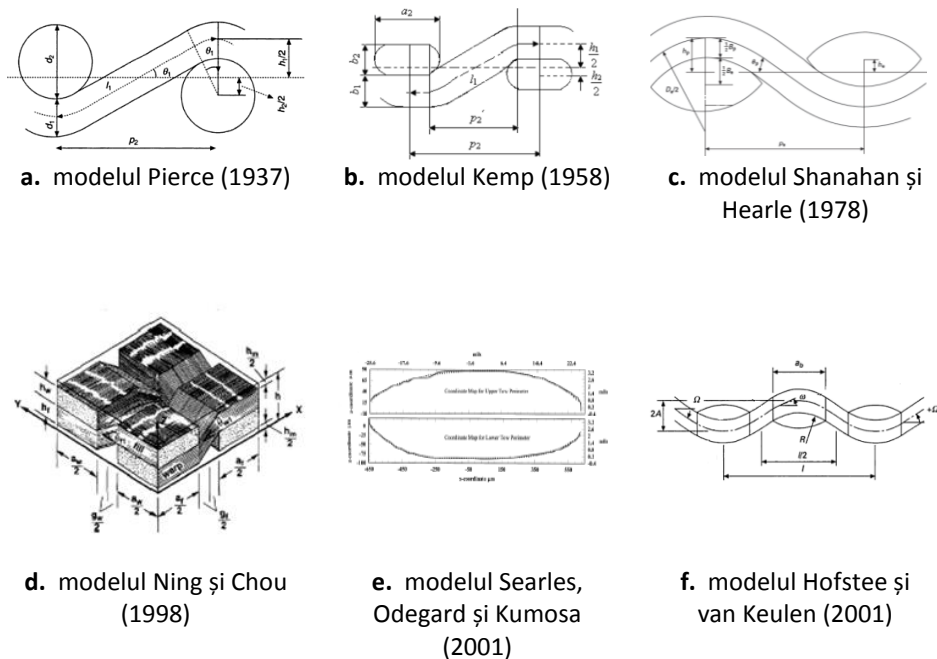


Fig. 7 Evoluția modelării celulei unitate

După cum este prezentat în Fig. 8, pentru legătura de tip pânză, celula unitate reprezentativă a fost împărțită în patru sub-celule [30].

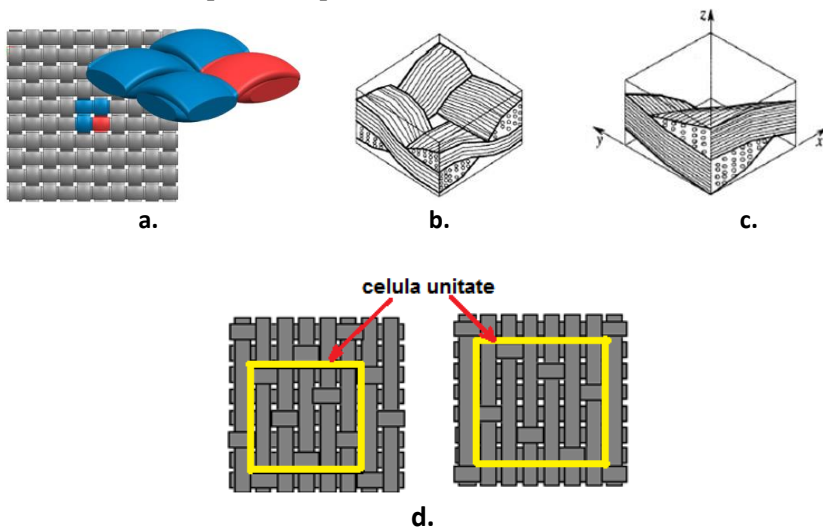


Fig. 8 Modelarea legăturii pânză la scară mezosopică: **a.** arhitectura țesăturii, **b.** celula unitate (UC), **c.** o pătrime din UC (sub-celulă), **d.** celula unitate reprezentativă (UC) pentru satin 5-îțe și 8-îțe

Mai târziu, Tabiei și Yi [31] au extins această metodă folosind analiza cu element finit, care poate oferi o predicție mai precisă privind rigiditatea efectivă a compozitelor țesute. Pentru a reprezenta arhitectura textilelor compozite țesute în spațiu tridimensional (3D), Bogdanovici a încercat o nouă tehnică bazată pe volume finite (eng. *voxel*) [32], în care volumul reprezentativ de compozit textil a fost definit ca fiind omogen și anizotrop. Proprietățile elastice ale volumului reprezentativ au fost determinate prin medierea volumetrică a tensiunilor și deformațiilor din sub-volume (eng. *sub-voxel*).

5. CONCLUZII

Proprietăților mecanice competitive ale țesăturilor, coroborate cu manevrarea ușoară a acestora și cu o mai bună cunoaștere a tehnologiilor de fabricație, au determinat utilizarea lor pe scară largă în domeniul materialelor compozite. Este de remarcat faptul că aceste materiale au o arhitectură internă complexă ceea ce face ca analiza lor să nu fie simplă.

Performanța mecanică a materialelor compozite armate cu țesături poate fi determinată fie pe cale experimentală sau prin simulări numerice, varianta abordată mai ales la determinarea proprietăților mecanice ale țesăturilor

Etapele ierarhice pentru analiza compozitelor armate cu textile cuprind modelarea micromecanică a firelor, modelarea mesomecanică a celei unitate de material și modelarea macromecanică a țesăturii. Pe baza acestor etape de modelare au fost dezvoltate metode de analiză distincte, integrate într-o abordare de modelare compusă.

O caracteristică importantă a modelelor disponibile este că acestea sunt toate dezvoltate specific pentru anumite arhitecturi textile, lipsind un model generalizat de țesături, care poate trata modelul de țesătură în sine ca un parametru, ceea ce constituie o provocare în domeniul cercetării pentru ingineri.

Bibliografie

1. Hu J., (2008). 3-D fibrous assemblies. Properties, applications and modelling of three-dimensional textile structures, CRC Press
2. Ratna, D., Chongdar, T.K., Chacabarty, B.C., (2004). Mechanical Characterization of New Glass Fiber Reinforced Epoxy Composite, Polymer Composite vol. 25, pp. 165 -171
3. Hallal, A., Younes, R., Fardoun, F., Nehme, S., (2012). Improved analytical model to predict the effective elastic properties of 2.5D interlock woven fabrics composite, Composite Structures vol. 94, pp. 3009-3028
4. Colorado, H. A., Chaves Roldán, C., Vélez, J. M., (2006). Internal Friction and Anelastic Behavior in Solids, Dyna, Año 73, pp. 39-49
5. Fukuta, K., Onooka, R., Aoki, E., Nagatsuka, Y. In S. Kawabata, (1984). 15th Textile Research Symposium. Osaka: The Textile Machinery Society of Japan

6. Chou T.W., Ko F K (eds), (1989). *Textile Structural Composites*, Elsevier, New York
7. Samadi R., (2013). *Particle-Based Geometric and Mechanical Modelling of Woven Technical Textiles and Reinforcements for Composites*, PhD Thesis
8. Huang, L., (2013). *Determining micro- and macro- geometry of fabric and fabric reinforced composites*, PhThesis, 2013
9. Lomov, S.V., Huysmans, G., Luo, Y., Parnas, R.S., Prodromou, A., Verpoest, I., Phelan, F.R., (2001), *Textile composites: modelling strategies*. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, 32:1379–1394
10. Bogdanovich, A.E., (2006), *Multi-scale modeling, stress and failure analyses of 3-D woven composites*. *Journal of Material Science*, 41: 6547-6590
11. Vassiliadis, S., Kallivretaki, A., Domvoglou, D. and Christofer Provatidis, C., (2011). *Mechanical Analysis of Woven Fabrics: The State of the Art, Advances in Modern Woven Fabrics Technology*, www.intechopen.com
12. Byun J.H, Chou T.W., (1989), *Modelling and characterization of textile structural composites: A review*. *The Journal of Strain Analysis for Engineering Design*, 24:253–262
13. Tan, P., Tong, L., Steven, G.P., (1997), *Modelling for predicting the mechanical properties of textile composites. A review*. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, 28:903–922
14. Ayranci, C., Carey, J., (2008), *2d braided composites: A review for stiffness critical applications*. *Composite Structures*, 85:43–58
15. Lomov S., Perie G., Ivanov D., Verpoest I., Marsal D., (2011), *Modeling three-dimensional fabrics and three-dimensional reinforced composites: challenges and solutions*. *Textile Research Journal*, 81:28–41
16. Ansar, M., Xinwei, W., Chouwei, Z., (2011), *Modeling strategies of 3d woven composites: A review*. *Composite Structures*, 93:1947–1963
17. Ragavan, V., Yasser, G., A. (1996), *Optimization of elastic properties in the design of textile composites*. *Polymer composites*, 17: 305–311
18. Lee, S., Byun, J., Hyung, S., (2003), *Effect of fiber geometry on the elastic constants of the plain woven fabric reinforced aluminum matrix composites*. *Materials Science and Engineering: A*, 347:346–358
19. Peirce, F. T., (1937), *The geometry of cloth structure*. *Journal of the Textile Institute Transactions*, 28(3): T45-T96
20. Kemp, A., (1958), *An extension of Peirce's cloth geometry to the treatment of non-circular threads*. *Journal of the Textile Institute Transactions*, 49(1): T44-T48
21. Shanahan, W. J., Hearle, J. W. S., (1978), *An energy method for calculations in fabric mechanics part ii: examples of application of the method to woven fabrics*. *Journal of the Textile Institute*, 69(4): pp.92-100
22. Ning, Q. G., Chou, T. W., (1998), *A general analytical model for predicting the transverse effective thermal conductivities of woven fabric composites*. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing (Incorporating Composites and Composites Manufacturing)*, 29(3): pp.315-322
23. Searles, K., Odegard, G., Kumosa, M., (2001), *Micro and mesomechanics of 8-harness satin woven fabric composites: I-evaluation of elastic behavior*. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, 32(11), pp. 1627- 1655
24. Hofstee, J., van Keulen, F., (2001), *3-D geometric modeling of a draped woven fabric*. *Composite Structures*, 54, pp.179-195
25. Hashin, Z., Rosen, B.W., (1964), *The elastic moduli of fibre reinforced materials*. *Journal of Applied Mechanics*, 31:223–232
26. Chamis, C.C., (1989), *Mechanics of composite materials: past, present and future*. *Journal of Composite Technology Research*, 11:3–14
27. Suquet, P., (1993), *Overall potentials and extremal surfaces of power law or ideally plastic composites*. *Journal of the Mechanics and Physics of Solids*, 41:981–1002
28. Yeong Moo, Y., Sang Hoon, P., Sung Kie, Y., (1998), *Asymptotic homogenization of viscoelastic composites with periodic microstructures*. *International Journal of Solids and Structures*, 35:2039–2055

29. Tabiei, A., Jiang, Y., (1999), Woven fabric composite material model with material nonlinearity for nonlinear finite element simulation. *International Journal of Solids and Structures*, 36:2757–2771
30. Tanov, R., Tabiei, A., (2001), Computationally Efficient Micromechanical Models for Woven Fabric Composite Elastic Moduli, *Journal of Applied Mechanics*, Vol. 68/553
31. Tabiei, A., Yi, W., (2002), Comparative study of predictive methods for woven fabric composite elastic properties. *Composite Structures*, 58:149–164
32. Bogdanovich, A.E., (2006), Multi-scale modeling, stress and failure analyses of 3-D woven composites. *Journal of Material Science*, 41: 6547-6590

Factorii principali ce influențează eficiența și performanțele stabilizării pământului în adâncime prin malaxare

Andreea Cristina Bitir

¹doctorand, Facultatea de Construcții și Instalații Iași, bitir_andreea@yahoo.com

Rezumat

Metodele de stabilizare a pământului în adâncime prin malaxare sunt utilizate de aproximativ 45 de ani în aplicații geotehnice ce vizează: tratarea și îmbunătățirea terenului de fundare în vederea asigurării stabilității, reducerii compresibilității, eliminării susceptibilității la lichefiere, sprijinirii excavațiilor și realizării ecranelor etanșe. Eficiența și performanțele malaxării pământurilor în adâncime cu lianți sunt influențate de un număr de factori privind agentul de stabilizare, terenul natural, tehnologia aplicată și condițiile de întărire. Această lucrare are ca scop prezentarea principalilor factori de influență precum și impactului pe care aceștia îl au asupra parametrilor mecanici ai elementelor de pământ tratat.

Cuvinte cheie: liant, umiditate, materie organică, rezistență la compresiune monoaxială.

1. INTRODUCERE

Nevoia actuală de a construi și/sau de a extinde clădirile a condus la epuizarea terenurilor de fundare care îndeplinesc criteriile de stabilitate, rezistență și rigiditate. Acesta este motivul pentru care, tehnologiile de îmbunătățire a terenului au cunoscut evoluții importante, fiind supuse continuu proceselor de perfecționare.

Metodele de stabilizare în adâncime a pământului prin malaxare presupun dezagregarea mecanică și amestecarea acestuia cu diverși lianți. În urma reacțiilor chimice și fizice ce se dezvoltă între pământ și agentul de stabilizare au loc modificări importante privind rezistența, rigiditatea și conductivitatea hidraulică a masei de pământ tratat. Proprietățile ingineresti superioare și de protecție a mediului înconjurător pe care tehnologiile de amestecare în adâncime le pot asigura, au condus la utilizarea intensă a acestora în întreaga lume (Japonia, Suedia, Finlanda, Norvegia, Polonia, Marea Britanie, S.U.A, etc).

Proprietățile mecanice ale pământurilor malaxate cu agenți de întărire sunt influențate de un număr de factori, specifici pe de o parte procesului de concepție și proiectare și pe de altă parte procesului de execuție. În continuare se prezintă tabelar (Tabel 1) factorii care condiționează procesele de stabilizare a pământurilor în adâncime prin malaxare:

Tabel 1. Factorii care afectează eficiența și performanțele pământurilor stabilizate în adâncime prin malaxare

Factorii specifici procesului de proiectare a geomaterialului	Caracteristici liant	Tipul liantului
		Calitatea liantului
		Calitatea apei de amestecare, aditivi sau fileri
	Caracteristici teren	Proprietățile chimice, fizice și mineralogice
		Umiditatea naturală
		Conținutul de materie organică
Factorii specifici tehnologiei de execuție	Condiții de amestecare	Cantitatea de liant
		Tipul echipamentului
		Rata de penetrare și viteza de malaxare
	Condiții de întărire	Temperatura
		Umiditatea
		Timpul de întărire
		Ciclurile de îngheț-dezgheț

1. CARACTERISTICILE LIANTULUI

1.1. Tipul liantului

Cele mai multe aplicații ale tehnologiilor de malaxare în adâncime utilizează ca agenți de întărire varul, cimentul, zgură de furnal, cenușă, bentonită, silicați, diverși polimeri, etc.

Starea de agregare a lianților (pulbere sau suspensie) reprezintă un aspect fundamental pentru obținerea parametrilor geotehnici vizați. În continuare sunt enumerate câteva considerente care se au în vedere la alegerea tipului de liant:

- umiditatea naturală a terenului ce urmează să fie tratat;

- caracteristici mecanice vizate în urma amestecării;
- omogenitatea și posibilitatea de penetrare a straturilor tari asigurând astfel continuitatea elementului;
- posibilitatea de execuție în condiții climatice extreme (sub 0 °C);
- posibilitatea de armare a elementului rezultat în urma malaxării;
- posibilitatea utilizării unei combinații de lianți și a produselor industriale secundare;

Rezistența pământurilor stabilizate în adâncime prin malaxare este guvernată de generarea produșilor de cimentare rezultați în urma reacțiilor de hidratare a liantului și reacțiilor puzzolanice.

Mecanismul de stabilizare în adâncime a pământului prin malaxarea cu *var* are la bază reacții exoterme de hidratare a varului, fenomenul de migrare al cationilor de calciu Ca^{2+} către particulele de argilă și reacțiile puzzolanice, de lungă durată, care solidifică și conferă rezistență amestecului. Așadar stabilizarea cu var este bazată pe reacțiile dintre particulele minerale ale pământului și compușii varului. În practica curentă se utilizează două categorii de var: var nestins (CaO) și varul stins (Ca(OH)_2). În situațiile în care nici una dintre cele două categorii de var nu răspunde necesităților de stabilizare se folosesc amestecuri special fabricate de var (stins sau nestins) cu gips, pudră fină de zgură, alumină sau cenușă zburătoare. De asemenea în cazul pământurilor cu umiditate scăzută se utilizează varul stins cu un ados suplimentar de 20-25% apă.

Mecanismul de stabilizare cu *ciment* este asemănător celui cu var. Pe parcursul hidratării cimentului, hidroxidul de calciu Ca(OH)_2 este eliberat și implicat ulterior în reacțiile puzzolanice dând naștere produșilor de cimentare de tip silicat de calciu hidratat (C-S-H), hidratul de aluminat de calciu (C-A-H) și aluminosilicat de calciu hidratat (C-A-S-H). În prezent cimentul este utilizat în metodele de stabilizare a terenului în adâncime prin malaxare pentru aproape toate tipurile de pământuri. Cel mai frecvent este cimentul de tip Portland și cimentul cu zgură granulată de furnal. Zgura de furnal nu reacționează cu apa dar proprietatea principală a acesteia constă în faptul că dă naștere produșilor de reacții puzzolanice în condiții puternic alcaline. Compușii din zgura de furnal precum dioxidul de siliciu (SiO_2) și alumină (Al_2O_3) sunt eliberați ca urmare a interacțiunii cu compușii ai cimentului rezultând produși de cimentare și astfel asigurând un spor important de rezistență.

Cenușa zburătoare nu este un compus reactiv de sine stătător dar în contact cu ciment sau var, SiO_2 și Al_2O_3 devin compuși reactivi ca și în cazul zgurei de furnal.

Silicatul de sodiu este utilizat pentru tratarea pământului împreună cu ciment și alte materiale reactive ca de exemplu cenușă zburătoare. Silicatul de sodiu reacționează cu cationii de Ca^{2+} generați de procesul de hidratare a cimentului, rezultând silicatul

de calciu insolubil care în continuare polimerizează creând un gel ce leagă particulele minerale și umple golurile din terenul respectiv.

1.2. Calitatea liantului

Calitatea liantului reprezintă un factor hotărâtor pentru obținerea performanțelor mecanice vizate în tratarea pământului. Complexitatea alegerii tipului de liant, având la dispoziție o gamă variată a aceluiași agent de întărire, constă în activitatea chimică diferită a acestora.

Activitatea chimică a varului nestins este caracterizată prin viteza de hidratare. În acest sens se deosebesc patru tipuri de var nestins A, B, C și D. Tipul A și B sunt puternic reactive și sunt obținute prin ardere la temperaturi joase (aproximativ 1000°C) iar tipurile C și D au o reactivitate mai scăzută fiind obținute prin ardere la temperaturi înalte. Tipul A are cea mai ridicată reactivitate iar tipul D cea mai scăzută. În cazul tratării cu var, creșterea rezistenței la compresiune monoaxială este funcție de gradul de reactivitate a acestuia.

Majoritatea lianților sunt materiale hidrofile motiv pentru care trebuie protejate de umiditate și lumină solară prin depozitarea acestora în spații închise sau buncăre metalice. Transportul se poate realiza cu/pe mijloace auto/căi ferate prevăzute cu buncăre și sisteme pneumatice de încărcare-descărcare sau pentru cantități reduse în saci multistrat din hârtie cerată pe interior. De asemenea, perioada de depozitare a lianților trebuie limitată întrucât proprietățile de bază a acestora pot fi afectate.

2. CARACTERISTICILE NATURALE ALE TERENULUI

2.1. Proprietățile fizice, chimice și mineralogice ale pământului

Compoziția chimico-mineralogică a pământului îi atribuie acestuia caracteristici inerente și o anumită capacitate de reactivitate în amestec cu agenții de stabilizare. Spre deosebire de caolinit și illit, montmorillonitului și haloisitul s-au dovedit a fi puternic reactive în asocierea cu diverși lianți și prin urmare mai ușor de stabilizat.

Compoziția granulometrică a pământului influențează caracteristicile mecanice și omogenitatea masivului de pământ tratat. Rezistența la compresiune monoaxială este dependentă de fracțiunea de nisip, astfel încât valorile maxime ale rezistenței în amestec cu ciment și var se obțin pentru procente de aproximativ 60% ale fracțiunii de nisip.

Pământurile granulare spre deosebire de cele argiloase necesită o cantitate de liant mai mică pentru obținerea aceleași rezistențe. În plus, pământurile cu granulație

fină, datorită permeabilității scăzute, îngreunează distribuția uniformă a agentului în pământ, apărând astfel discontinuități și neomogenități ale elementelor rezultate.

2.2. Umiditatea naturală a terenului

Rezistența la compresiune a pământului malaxat scade aproximativ liniar în raport cu creșterea umidității naturale a terenului și cu atât mai mult când aceasta depășește limita superioară de plasticitate w_L .

Pentru pământurile coezive cu umiditate mare, $w = 60-200\%$, se recomandă utilizarea proceselor uscate de malaxare în adâncime (în special cu var nestins). Acest aspect este justificat de pierderea unei cantități semnificative de apă prin procesul de hidratare a liantului dar și datorită căldurii degajate ca urmare a acestui proces exotermic.

2.3. Conținutul de materie organică

Pământurile cu un conținut de materie organică mai mare de 6% sunt dificil de stabilizat datorită umidității ridicate și pH-ului scăzut. Pentru stabilizarea pământurilor organice, de regulă, se utilizează cimentul sau amestecuri dintre acesta cu zgură, betonită, nisip. Cantitatea semnificativă de agent stabilizator utilizată în cazul pământurilor organice se justifică prin conținutul redus de particule solide ce trebuie stabilizate în vederea obținerii unui teren care să îndeplinească criteriile de exploatare în condiții de siguranță.

3. CONDIȚII DE AMESTECARE

3.1. Cantitatea de liant

Valorile caracteristicilor mecanice ale elementelor rezultate în urma amestecării cu lianți sunt indubitabil dependente de cantitatea de liant utilizată. Figura 1 evidențiază relația de dependență dintre rezistența la compresiune monoaxială și cantitatea de ciment utilizată într-o analiză de laborator efectuată pentru un amestec de nisip cu betonită. Pe baza graficului din Figura 1 se pot face două observații importante: una referitoare la creșterea rezistențelor odată cu mărirea conținutului de ciment și cea de-a doua legată de faptul că utilizarea cimentului sub formă de suspensie conduce la rezistențe mai mari comparativ cu cele obținute prin utilizarea cimentului pulbere. Spre deosebire de ciment, în cazul utilizării varului, valorile mai mari ale rezistențelor au fost obținute prin metoda uscată și nu umedă.

Pentru același amestec de nisip și bentonită, Figura 2 pune în evidență creșterea modului de deformare secant, E_{50} , odată cu majorarea procentului de ciment. De asemenea, trebuie subliniat faptul că valorile modului de deformare E_{50} sunt mai mari în cazul utilizării cimentului sub formă de pulbere decât cele rezultate în urma amestecării cu suspensie.

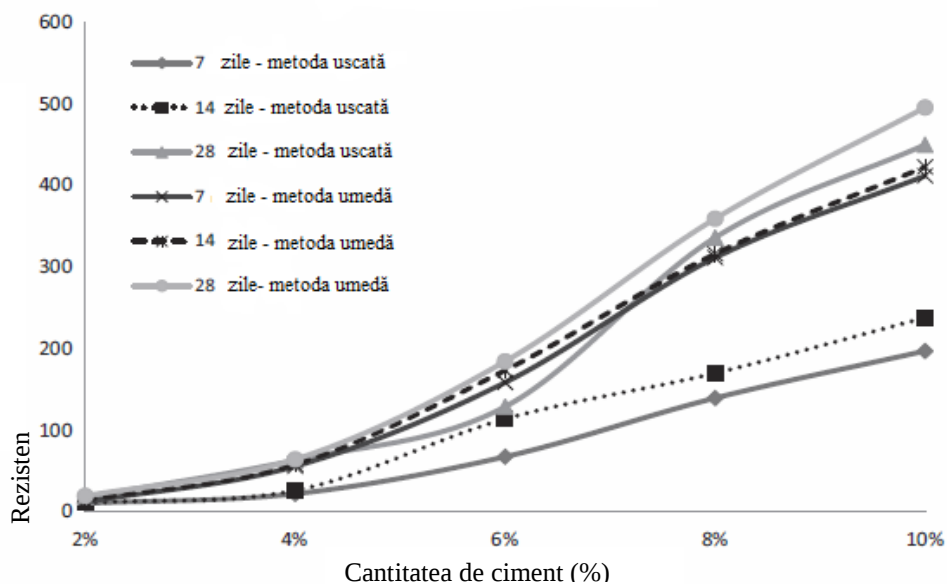


Fig.1. Dependența dintre rezistența la compresiune monoaxială și cantitatea de ciment

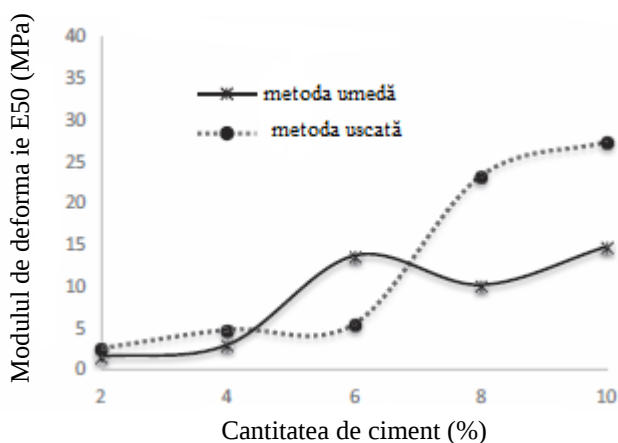


Fig.2. Dependența dintre modulul de deformare E_{50} și cantitatea de ciment

3.2. Tipul echipamentului de malaxare

În prezent, există o varietate de echipamente de execuție ce asigură destructurarea și malaxarea pământului natural cu agentul de întărire. Calitatea elementelor de pământ tratat este influențată de echipamentele de execuție prin dimensiuni, formă, număr de unelte de amestecare și poziția duzelor de injectare.

Duzele de injectare sunt poziționate diferit, în funcție de tehnologie, cu scopul de a facilita injectarea liantului și amestecarea acestuia cu pământul ce necesită tratament. Agentul de întărire poate fi introdus fie în etapa de penetrare, fie în etapa de retragere a echipamentului de malaxare în teren. Pentru tehnologiile în care liantul este introdus în etapa de penetrare, duzele sunt amplasate la partea inferioară a uneltelor de amestecare, practic, pentru a lubrifia și ușura avansarea în teren a acestora. În cazul metodelor rotative cu jet, duzele sunt poziționate la marginea uneltei de amestecare pentru a amplifica distribuția și amestecarea agentului în masa de pământ.

Liantul injectat pe parcursul execuției unui element trebuie să corespundă din punct de vedere calitativ și cantitativ cu rețeta proiectată și verificată prin programul de validare pe teren.

3.3. Rata de penetrare și viteza de malaxare

Cercetările în domeniu au evidențiat faptul că cele mai mari valori ale rezistențelor pământului malaxat au rezultat pentru probele realizate cu viteză de rotație mare și rata de penetrare mică. În literatura de specialitate, coeficientul BRN este utilizat pentru a exprima relația dintre calitatea elementului de pământ tratat și viteza de rotație a echipamentului utilizat. BRN este dat de numărul de rotații efectuate pe parcursul unui metru de penetrare sau retragere, după ce agentul de stabilizare a fost introdus în pământ.

4. CONDIȚII DE ÎNTĂRIRE

4.1. Timpul de întărire

Asemănător betonului, pe măsura trecerii timpului, indiferent de tipul terenului, rezistența masei de pământ tratat crește. Creșterea rezistenței funcție de timp este estimată în literatură prin intermediul unei ecuații de forma:

$$f_c = 0.187 \ln(t) + 0.375 \quad (1)$$

f_c - factorul de întărire reprezintă raportul dintre rezistența la compresiune monoaxială la timpul t și rezistența la compresiune monoaxială la 28 de zile;

t - timpul de întărire exprimat în zile.

5. CONCLUZII

Performanțele stabilizării pământurilor în adâncime prin malaxare sunt reflectate prin parametrii mecanici ai elementelor rezultate, în principal rezistența la compresiune monoaxială. Datorită simplității de testare, această rezistență reprezintă parametrul cheie în procesul de proiectare. În funcție de rezistența la compresiune monoaxială a pământului stabilizat pot fi determinați, cu o acuratețe rezonabilă, alți trei parametri de bază: rezistența la forfecare, rezistența la întindere și modulul de elasticitate. Rezistența la compresiune monoaxială a elementului de pământ malaxat este puternic dependentă de natura pământului, tipul și cantitatea de liant. Cunoașterea și înțelegerea relațiilor de dependență dintre caracteristicile mecanice și factorii de influență, stau la baza unui proiect rațional și economic.

Bibliografie

1. Cong, M., Longzhu, C., Bing, C., Analysis of strength development in soft clay stabilized with cement-based stabilizer, Construction and Building Materials 71, pp.354-362, 2014.
2. EuroSoilStab, Development of design and construction methods to stabilize soft organic soils-Design Guide Soft Soil Stabilisation CT97-0351, European Commission Project No.: BE 96-3177, 2002.
3. Federal Highway Administration Design Manual, Deep Mixing for Embankment and Foundation Support, Publication No. FHWA-HRT-13-046, U.S. Department of Transportation, 2013.
4. Hashim, R., Islam, Sh. Md., A Model Study to Determine Engineering Properties of Peat Soil and Effect on Strength after Stabilisation, European Journal of Scientific Research ISSN 1450-216X Vol.22 No.2, pp.205-215, 2008.
5. Kirsch, K., Bell, A., Ground Improvement Third Edition, pp. 392-427, CRC Press 2012.
6. Kitazume, M., Terashi, M., The Deep Mixing Method, pp.29-68, CRC Press Taylor & Francis Group 2013.
7. <http://intocmire-devize.ro/transportul-si-depozitarea-cimentului/>
8. Moseley, M. P., Kirsch, K., Topolnicki, M., Ground Improvement 2nd edition, Chapter 9-In situ soil mixing, pp. 331-428, Spon Press 2004.
9. Nicholson, P.G., Chapter 11: Admixture Soil Improvement. Ed. Butterworth-Heinemann, Elsevier, 231-288, 2014.
10. Pakbaz, M.S., Farzi, M., Comparison of the effect of mixing methods (dry vs. wet) on mechanical and hydraulic properties of treated soil with cement or lime, Applied Clay Science Journal, 14p, 2014.

Vulnerabilitatea seismică în cazul municipiului Iași. Studiu de caz

Bunea Georgiana¹

¹doctorand, Facultatea de Construcții și Instalații Iași, georgiana.bunea@tuiasi.ro

Rezumat

Această lucrare are ca scop analiza vulnerabilității seismice a unei structuri de clădire cu pereți structurali din beton armat, amplasată în municipiul Iași. Structura considerată are regimul de înălțime P+4, fiind construită în conformitate cu proiectele tip realizate de către Institutul de Proiectare, Cercetare și Tehnică de Calcul. Metodologia de investigare numerică a constatat din analiza „pushover” a structurii considerând diferite scenarii de degradare. În urma analizei structurale s-au obținut curbele și spectrele de capacitate, utilizate apoi pentru definirea vulnerabilității seismice a structurii. În final se prezintă o serie de comparații între valorile obținute pe direcțiile X și Y, cu scopul de a reliefa efectul modificărilor structurale pe o anumită direcție, în comportarea structurală de ansamblu a clădirii.

Cuvinte cheie: vulnerabilitate seismică, scenariu de degradare, curbe de capacitate, spectre de capacitate

1. INTRODUCERE

Cutremurul reprezintă unul din evenimentele de tip hazard natural capabil să producă daune importante mediului înconjurător în doar câteva secunde. Acesta este unul dintre cele mai periculoase evenimente naturale deoarece poate implica nu numai mișcarea pământului ci și ruperea faliilor, inundații, incendii sau diferite tipuri de cedări ale terenului.

Apariția ipotetică a unui cutremur major care ar afecta municipiul Iași, precum și starea de degradare a fondului construit existent, care include clădiri ridicate între anii 1965 și 1985, o perioadă de început în implementarea primelor coduri seismice, evidențiază importanța analizei seismice a acestor clase de clădiri. Cutremurul vrâncean din 1940 cu magnitudinea moment de 7,7 a reprezentat un semnal de atenție pentru inginerii români din domeniul ingineriei civile. În anul 1977, în România era deja implementat un cod de proiectare anti-seismică, obligatoriu. Se menționează însă și faptul că reglementările seismice, aplicate înainte de 1977 se bazau pe o serie de informații din alte țări, privind comportarea

seismică a structurilor de clădiri civile. Astfel, spectrele de răspuns seismic nu luau în considerare perioadele lungi de oscilație, iar valorile accelerațiilor de proiectare erau foarte mici. Această situație induce o anumită incertitudine legată de rezistența seismică a unor categorii sau tipuri de clădiri construite înainte de 1977. Ca urmare, în prezentul articol este analizată vulnerabilitatea seismică a unei structuri de clădire cu pereți structurali din beton armat, amplasată în municipiul Iași. Metodologia de investigare numerică a constatat din analiza „pushover” a structurii considerând diferite scenarii de degradare.

2. STUDIU DE CAZ

2.1. Caracteristici generale ale structurii

Structura analizată în această lucrare are un regim de înălțime P+4 și este realizată din panouri de beton armat prefabricate. Clădirea este situată în cartierul Podu Roș, pe malul drept al râului Bahlui, anul de construcție fiind 1965. Înălțimea totală a construcției este de 13,50 m, cu înălțimea etajului de 2,70 m. Argumentul pentru care a fost aleasă această clădire este tipul structurii, aceasta regăsindu-se în alte cartiere precum Nicolina, Oancea sau Tătărași. Astfel, prin generalizare, se poate obține o perspectivă generală asupra vulnerabilității seismice a regiunii Iași.

Analiza capacității seismice a clădirii s-a bazat pe modelările și simulările numerice realizate în programul ETABS 2013 vs. 13.1.2. În acest studiu de caz, sistemul structural este bazat pe pereți structurali cuplați din beton armat. Pereții exteriori au o grosime de 0,27 m, cei interiori 0,14 m grosime. S-au folosit diferite clase de beton: pentru pereții exteriori, B250, având corespondentul C16/20 ; pentru pereții interiori, B200, având corespondentul C12/15. Planșeul din beton armat are o grosime de 0,13 m și clasa betonului C16/20 (B250). Luând în considerare faptul că structura este compusă din pereți structurali și planșee din beton armat, tipul de element structural utilizat în modelare este cel de tip „shell”. În cazul pereților, armătura principală este compusă din bare tip PC60 cu diametrul de 16 mm, iar cea constructivă – din bare tip OB37. Caracteristicile betonului folosit în structură, precum și ale armăturilor sunt enumerate în Tabelele 1 și 2.

Tabel 1. Caracteristicile betonului utilizat

	C16/20 (B250)	C12/15 (B200)
Greutatea specifică	$\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$	$\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$
Modulul de elasticitate al lui Young	$E = 29000 \text{ MPa}$	$E = 27000 \text{ MPa}$
Coeficientul lui Poisson	$\nu = 0.2$	$\nu = 0.2$
Modulul de elasticitate transversală	$G = 12085 \text{ MPa}$	$G = 11250 \text{ MPa}$
Rezistența caracteristică la compresiune	$f_{ck} = 16 \text{ MPa}$	$f_{ck} = 12 \text{ MPa}$
Rezistența caracteristică la întindere	$f_{tk} = 1.9 \text{ MPa}$	$f_{tk} = 1.6 \text{ MPa}$

Tabel 2. Caracteristicile armăturilor utilizate

	PC60 (S355)	OB37 (S235)
Greutatea specifică	$\gamma = 78.5 \text{ kN/m}^3$	$\gamma = 78.5 \text{ kN/m}^3$
Modulul de elasticitate al lui Young	$E = 210000 \text{ MPa}$	$E = 210000 \text{ MPa}$
Coeficientul lui Poisson	$\nu = 0.3$	$\nu = 0.3$
Modulul de elasticitate transversală	$G = 81000 \text{ MPa}$	$G = 81000 \text{ MPa}$
Rezistența caracteristică la curgere	$f_y = 355 \text{ MPa}$	$f_y = 235 \text{ MPa}$
Rezistența caracteristică ultimă la întindere	$f_u = 510 \text{ MPa}$	$f_u = 360 \text{ MPa}$

Structura analizată este foarte rigidă, caracteristică structurală determinată de forma simetrică în plan și respectiv elevație, tipul sistemului structural (pereți structurali din beton armat), regimul de înălțime (P+4) și tipul de armătură utilizat (PC60). O vedere tridimensională a clădirii modelate în programul ETABS 2013 este reprodusă în figura 1, figura 2 ilustrând vederea în plan a construcției.

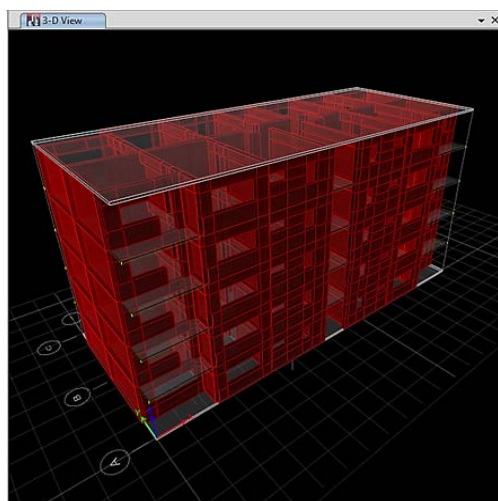


Fig. 1. Vedere 3D a modelului structural

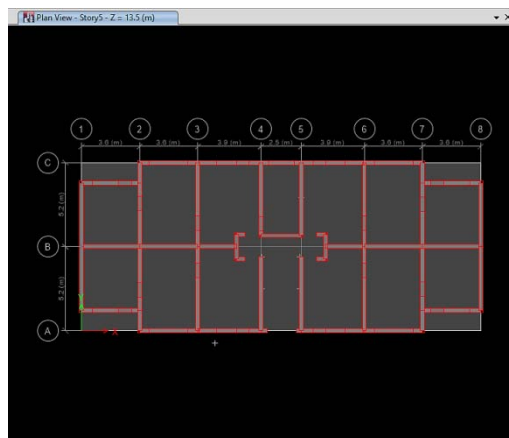


Fig. 2. Vedere în plan a modelului structural

2.2. Modelarea structurală cu elemente finite

În scopul obținerii de rezultate privind capacitatea seismică a clădirii, analiza structurală cu elemente finite ASEF implică și domeniul inelastic de comportare. Analiza time-history în domeniul nelinier este una dintre metodele ce pot fi folosite pentru a determina răspunsul structural al clădirii apărut ca urmare a acțiunii cutremurelor de magnitudine importantă pe scara Richter. Totuși, acest tip de analiză nu este considerat ca o metodologie practică din cauza numărului mare de informații care trebuie gestionate. Analiza statică neliniară cu elemente finite, cunoscută sub numele de analiza „pushover”, este considerată ca fiind o metodă eficientă de determinare a performanței seismice a clădirii. În acest studiu, metoda

„pushover” adoptată s-a bazat pe aplicarea unei deplasări laterale ce crește până se atinge o anumită valoare. Punctul de aplicare este situat în partea superioară a clădirii, în una din marginile structurii. Datorită formei simetrice a construcției, deplasarea a fost aplicată doar pe direcțiile +X și +Y.

Din execuția programului de calcul se observă că cedarea apare odată cu apariția primelor articulații plastice în element. Totuși, spre deosebire de structurile pe cadre, în cazul cărora localizarea articulațiilor plastice este cunoscută, punctuală, în cazul structurilor cu pereți structurali, acest tip de cedare apare pe regiunile de la baza peretelui, unde, în timpul cutremurelor se dezvoltă rotații ale secțiunilor de tip inelastic.

Pentru a modela structura ca un sistem bazat pe pereți din beton armat și cu scopul de a obține rezultate conforme cu realitatea, tipul de modelare ales pentru secțiunea peretelui a fost „Layered shell”. Această opțiune permite utilizatorului aplicarea neliniarității în cazul elementelor de tip „shell”, considerând în calcul comportarea ca element compozit al materialelor de tip amestec.

Din cauza rigidității ridicate a structurii, răspunsul acesteia la orice tip de acțiune este mai puțin evident. Astfel, a apărut necesitatea de a considera diverse scenarii care să reliefeze importanța degradărilor structurale, în cazul acțiunii unor seisme extreme. Următoarele scenarii de avariere au fost considerate în cadrul analizei:

1. considerarea modelului structurii inițiale fără degradări;
2. considerarea modelului structurii cu reducerea rigidității tuturor grinzilor de cuplare cu 60% și respectiv cu 40% pentru toți montanții, considerând cedarea celor mai solicate grinzi de cuplare;
3. considerarea modelului structurii cu reducerea rigidității tuturor grinzilor de cuplare cu 60% și respectiv cu 40% pentru toți montanții, considerând cedarea tuturor grinzilor de cuplare situate la parter;
4. considerarea modelului structurii cu reducerea rigidității tuturor grinzilor de cuplare cu 60% și respectiv cu 60% pentru montanții aflați la parter, considerând cedarea celor mai solicate montanți.

Reducerea rigidității unui element, echivalentă cu modelul respectiv degradat, s-a modelat prin reducerea modulului de elasticitate al lui Young al materialului cu procentul corespunzător. Luând în considerare faptul că structura considerată a fost construită în 1965, fiind expusă pe durata ciclului de viață la 3 cutremure majore, scăderea rigidității este justificată. Scopul acestei analize este și de a determina vulnerabilitatea seismică a clădirii în cazul în care sunt făcute diferite modificări structurale, e.g. demolarea unor grinzi de cuplare sau a unor montanți, sau explozii ce duc la avariarea elementelor structurale.

3. INTERPRETAREA REZULTATELOR ANALIZEI STRUCTURALE ASEF

3.1. Curbele și spectrele de capacitate

Stadiul de degradare al întregii structuri este obținut prin intermediul curbei de capacitate. Curbele de capacitate ale structurii se determină considerând o serie de parametri ai sistemului structural. Aceștia caracterizează comportarea neliniară a diferitelor tipuri de construcții, considerând nivele diferite de proiectare anti-seismică. Curba de capacitate poate fi trasată având la bază diferite grupuri de variabile, care combinate, descriu comportamentul structurii, de exemplu, forța tăietoare de bază vs. deplasarea de referință; acțiunea laterală vs. deplasarea. Reprezentarea dintre forța tăietoare de bază și deplasarea de referință este cea mai folosită, aceasta putând fi transformată ulterior într-o diagramă de tipul accelerație spectrală (S_a) vs. deplasare spectrală (S_d), obținându-se astfel spectrul de capacitate. Acesta poate fi aproximat în cadrul analizei de tip „pushover” în care acțiunile laterale sau deplasările aplicate structurii se simulează prin creșteri graduale. Apoi, deformațiile astfel obținute sunt reprezentate în funcție de încărcarea laterală. Acest spectru este utilizat de către Federal Emergency Management Agency FEMA pentru a obține punctele de performanță. Folosind programul ETABS 2013, atât curba de capacitate cât și spectrul de capacitate au fost calculate pentru direcțiile X și Y, în concordanță cu recomandările FEMA 440, pentru toate cele 4 cazuri specificate anterior.

Figura 3 prezintă curbele de capacitate, obținute în urma analizei pushover precum și comparația valorilor forță tăietoare de bază-deplasare laterală obținute pe direcția +X cu cele de pe direcția +Y, în cazul fiecărui scenariu în parte.

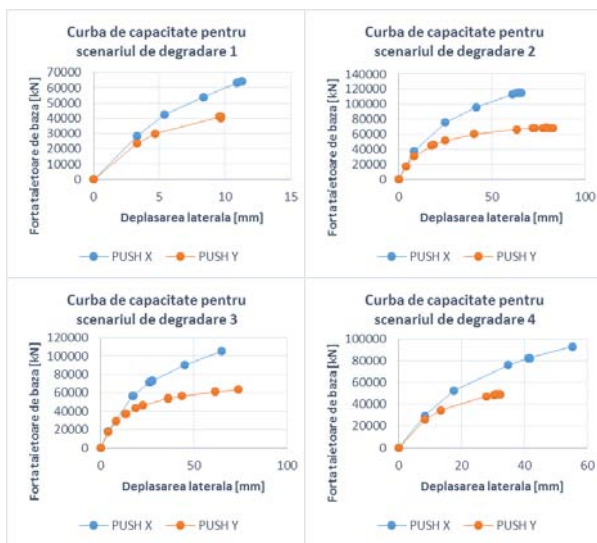


Fig. 3. Curbele de capacitate funcție de scenariul de degradare și direcție

Analizând curba de capacitate obținută pentru Scenariul de degradare 1, se poate identifica faptul că rigiditatea pe direcția +Y este sensibil mai mare decât pe direcția +X.

Explicația ar fi că, deși există mai mulți pereți pe direcția +X decât pe cealaltă direcție, aria golurilor este mult mai mare, ducând la o scădere importantă de rigiditate. Peretele clădirii situat pe axa centrală compensează această lipsă de rigiditate pe celelalte axe paralele cu direcția +X.

În cazul Scenariului de degradare 1, este evident că structura este una foarte rigidă, deplasările maxime obținute fiind de doar 11,3 mm pe direcția +X și 9.7 mm pe direcția +Y.

În Scenariul de degradare 2, structura a devenit mai flexibilă, fiind obținute deplasări de 65.9 mm pe direcția +X și 82.6 mm pentru direcția +Y. Grinzile de cuplare au fost eliminate de pe ambele direcții X și Y.

Un rezultat interesant obținut în acest scenariu este că structura a devenit mai flexibilă pe direcția +Y în comparație cu direcția +X – în contradicție cu rezultatul obținut în cazul primului scenariu de degradare. Explicația pentru aceste rezultate ar putea fi nu numai reducerea rigidității elementelor, dar și apariția rotirilor datorate cedării grinzilor de cuplare, rotiri ce conduc la o distribuție diferită a energiei în cadrul structurii.

Înlăturarea tuturor grinzilor de cuplare de la nivelul parterului, din Scenariul de degradare 3, a condus la o scădere sensibilă a forței tăietoare de bază. Totuși, forma generală a curbelor de capacitate, inclusiv diferența dintre valorile obținute pe cele două direcții, nu se modifică considerabil.

Cedarea celor mai încărcăți montanți în cazul Scenariului de degradare 4 conduce la cedarea structurii pe direcția +Y la deplasări de 32.4 mm, mai mici decât în cazurile 2 și 3, în care s-au obținut 82.6 mm, respectiv 73.9 mm.

Spre deosebire de Scenariul de degradare 1, în care cedarea s-a realizat la o deplasare mică din cauza rigidității mari a structurii, în Scenariul de degradare 4 cauza a fost tocmai eliminarea montanților. Montanții considerați a avea probabilitate mare de cedare sunt situați doar pe direcția +X. Totuși, efectul înlăturării lor este mai evident pe direcția +Y. În plus, din scenariile de degradare 2, 3 și 4 se poate observa că pe direcția X structura este mai puțin afectată de cedarea elementelor.

Figura 4 prezintă o comparație între rezultatele obținute în cazul fiecărui scenariu de degradare, pe ambele direcții X și Y. Această comparație este realizată utilizând graficele spectrele de capacitate simulate prin cele 4 scenarii.

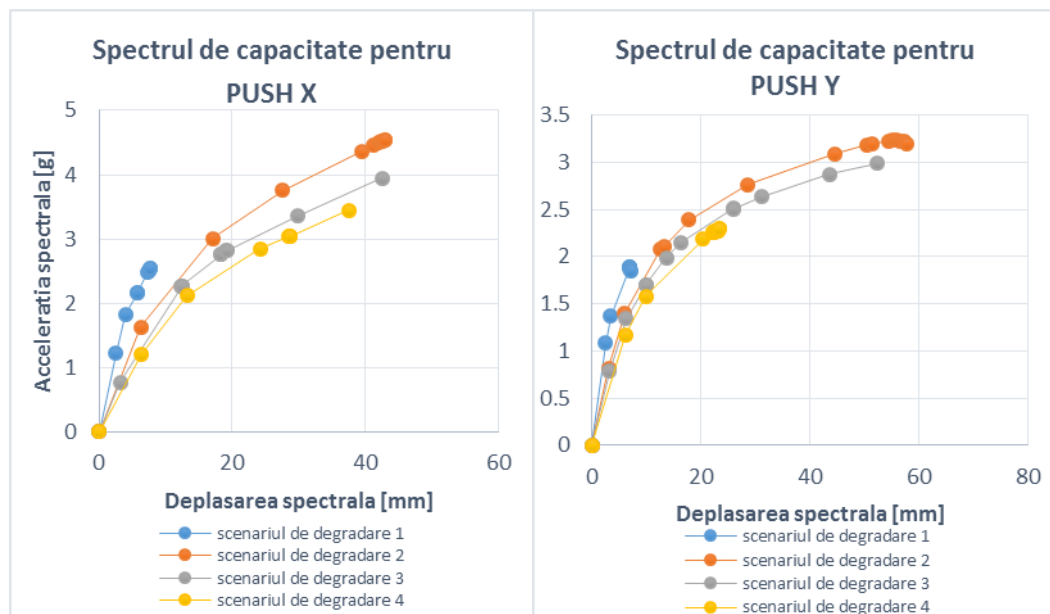


Fig. 4. Spectrul de capacitate pentru diferite scenarii de degradare pentru direcțiile X și Y

După cum se poate observa din Figura 4, structura se comportă similar pe ambele direcții, pentru fiecare scenariu de degradare. Comparând rezultatele numerice se constată că reducerea rigidității atât pentru montanți cât și pentru grinzile de cuplare conduce la o creștere a capacității structurii de a prelua acțiuni sau deplasări laterale. Comparând rezultatele numerice obținute în cazul Scenariului de degradare 2 cu cele din Scenariul de degradare 3, se poate afirma că înlăturarea grinzilor de cuplare de la nivelul primului etaj are un efect nesemnificativ asupra structurii, spre deosebire de scăderea rigidității care afectează în măsură apreciabilă structura clădirii. În plus, înlăturarea montanților celor mai solicitați dispuși pe direcția X are un impact mai mare privind comportarea structurii după direcția Y, efectul fiind scăderea capacității structurii de a prelua acțiunea seismică.

4. CONCLUZII

Din simulările efectuate considerând o structură cu destinația bloc de locuințe situat pe malul râului Bahlui din municipiul Iași se poate constata că structura rezistă la acțiuni seismice importante, în ciuda ciclului de viață ridicat. Dar se evidențiază în același timp faptul că, în cazul solicitării la acțiuni seismice extreme, ar putea apărea deteriorări masive sau cedări ale montanților, respectiv ale grinzilor

de cuplare, care ar putea afecta siguranța structurală. Comparațiile rezultatelor obținute considerând diferite nivele de degradare ale pereților structurali din beton armat au evidențiat importanța degradărilor atât în ansamblu cât și la nivel local. Analiza comparativă a curbelor și spectrelor de capacitate a subliniat importanța valorii mari a rigidității în evoluția structurală în domeniul inelastic de comportare, structura înregistrând deplasări mici în momentul atingerii punctului de cedare.

Bibliografie

- 1.Bunea, G., Atanasiu, G. M. (2014), Overview of Romania's Seismicity Focusing On the North-Eastern Region, Buletinul Institutului Politehnic din Iași, Tomul LX (LXIV), Fasc. 1, pp. 43-52, Secția Construcții. Arhitectură, ISSN: 1224-3884.
- 2.Bunea, G. (2014), New Trends of Seismic Hazard Evaluation with Applications on Seismic Vulnerability of the North-Eastern Romania Existing Residential Buildings, Lucrare de disertație, Universitatea Tehnică "Gheorghe Asachi" din Iași, 2014.
- 3.CSI Analysis Reference Manual for SAP2000, SAFE, ETABS and CSI Bridge, Computers and Structures, Inc.
- 4.User's Guide ETABS 2013 (2013), Computers and Structures, Inc., Berkeley, California, USA.
- 5.Federal Emergency Management Agency FEMA 440 (2005), Improvement of Nonlinear Static Seismic Analysis Procedures.
- 6.Federal Emergency Management Agency FEMA 356 (2000), Prestandard and Commentary for the Seismic Rehabilitation of Buildings.

Prevenirea accidentelor la locul de muncă din construcții

Butnaru Bogdan Iulian

¹doctorand., Facultatea de Construcții și Instalații Iași, iulian_butnaru2006@yahoo.com

Rezumat

Este știut faptul că se fac numeroase cercetări, pentru a scoate în evidență, a sublinia, caracteristicile și particularitățile locurilor de muncă în domeniul construcțiilor. În esență, obiectivul acestui demers științific constă în evaluări cât mai exacte a locurilor de muncă în domeniul construcțiilor, 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 organizarea locului de muncă în domeniul construcțiilor.

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

1. INTRODUCERE

Literatura de specialitate, este unanimă în a aprecia că procesul de producție în construcții, constă în totalitatea activităților, acțiunilor și proceselor naturale care au loc pentru transformarea organizată, condusă și înfăptuită de oameni, a obiectelor muncii cu ajutorul mijloacelor de muncă în scopul obținerii unor produse specifice activității de construcții - *construcții noi, reparații curente și capitale, consolidări, modernizări, prestării servicii în construcții etc.* Având în vedere și definiția enunțată de Dicționarul Explicativ al Limbii Române - "*procesul este o succesiune de operații, de stări sau de fenomene prin care se efectuează o lucrare, se produce o transformare, evoluție, dezvoltare, desfășurare, acțiune*", putem aprecia în legătură cu procesul de producție următoarele considerente: procesul de producție este o succesiune de activități, acțiuni și procese naturale; este o acțiune realizată de forța de muncă (FM), de transformare a obiectelor muncii (OM) cu ajutorul mijloacelor de muncă (MM); activitățile, acțiunile și procesele naturale sînt

orientate (ordonate) într-un anumit sistem de relații de interdependență, iar acțiunea de transformare este condusă (coordonată).

2. RESURSELE PROCESULUI DE PRODUCȚIE DIN CONSTRUCȚII

Procesul simplu de construcții este o mulțime de operații și procese naturale, ordonate în cadrul unor relații de condiționare, interdependență, conștient dirijate de om, prin care forța de muncă, cu ajutorul mijloacelor de muncă (scule, dispozitive, utilaje), desfășurându-și activitatea într-un spațiu bine definit, transformă obiectele muncii (materiale, semiprefabricate, etc.) pentru obținerea lucrărilor de construcții¹.

Acceptând că și procesul de producție este o mulțime de operații interdependente, se pune firesc întrebarea: *"Pe ce criterii delimităm un proces simplu de construcții din cadrul procesului de producție din construcții ?"*.

Am putea răspunde că această problemă rămîne la latitudinea celui care studiază procesul de producție, acesta delimitîndu-și procesele simple de construcții pe baza unor criterii proprii.

Acumulările teoretice și experiența practică au impus cel puțin două criterii (de remarcat că nu sunt singurele) care dau posibilitatea delimitării unui proces simplu de construcții, și anume: norma de timp, care este un parametru caracteristic procesului de construcție; specialitatea formației de muncă care execută procesul de construcție.

Dintre cele trei resurse importante caracteristice procesului de producție din construcții, cea mai importantă este resursa umană, asupra căreia trebuie să ne concentrăm atenția sub aspectul gradului de încărcare cu sarcini de muncă, din perspectiva sănătății și securității în muncă a lucrătorilor.

3. LOCUL DE MUNCĂ SPECIFIC ACTIVITĂȚII DE CONSTRUCȚII

Locul de muncă este cel mai mic compartiment productiv și se caracterizează prin: sarcina de producție, personalul care desfășoară activitatea în cadrul său, utilizarea

¹Noțiunea de "lucrare de construcții" are un conținut larg, definind întotdeauna activități finalizate, precum: betoane, cofraje, armături, etc. sau fundații, structuri de rezistență, finisaje, instalații sanitare, tehnice, etc. sau bloc de locuințe, hală industrială, pod, sector de drum, etc. sau reparații, consolidări, modernizări etc.

cu unelte, mașini și utilaje, obiectul muncii, forma și mărimea suprafeței ocupate. Îmbinarea armonioasă a tuturor elementelor locului de muncă, într-un tot unitar asigură lucrătorilor condițiile necesare unei munci de înaltă productivitate, cu cele mai reduse eforturi de muncă și consumuri, fără mișcări inutile și incomode. Cu cât organizăm mai bine locul de muncă cu atât reușim să avem o mai bună productivitate a muncii.

Particularitățile specifice lucrărilor de construcții și în mod special caracterul mobil al procesului de construcție, caracterul de unicat și dimensiunile mari - în plan și în spațiu - ale produsului activității de construcție, fac ca locul de muncă în construcții să aibă caracteristici specifice, care îl deosebesc, în foarte multe cazuri, în mod radical de locul de muncă din industrie. De aceea nu se poate vorbi de locuri de muncă tipizate în construcții așa cum există în industrie.

În industrie, locul de muncă se definește ca o parte din suprafața atelierului sau secției de producție ce se repartizează unui muncitor sau unui grup de muncitori, echipate cu utilaje de producție și unelte de muncă necesare executării lucrărilor repartizate. Dacă în celelalte ramuri economice, mijloacele de lucru sunt fixe și produsele realizate sunt deplasabile în cadrul procesului tehnologic, în ramura de construcții, obiectul ce se realizează este fix, nedeplasabil și ca urmare procesul tehnologic și mijloacele de muncă sunt cele care se deplasează pe toată întinderea și înălțimea obiectului, de la un loc de muncă la altul.

O altă caracteristică a lucrărilor de construcții o prezintă desfășurarea procesului tehnologic în aer liber, sub directă influență a agenților atmosferici, lucru care determină scăderea productivității muncii prin scăderea capacității de muncă a muncitorilor cât și prin stagnări ale proceselor de producție. Având în vedere variațiile de temperatură care în condițiile din țara noastră, sunt de la -30°C iarna, până la $+40^{\circ}\text{C}$ vara, la care se adaugă faptul că nici ceilalți doi parametri, viteza și umiditatea aerului, nu pot fi reglați, reiese faptul că, practic, activitatea muncitorilor pe șantierele de construcții se desfășoară în afara limitelor de confort.

Locul de muncă în construcții (Li) - este spațiul din jurul, de-alungul sau din interiorul conturului unui element de construcție, ce se atribuie unei formații minime (normă de personal sau formație normată) pentru a executa un proces de construcție ce conduce la obținerea elementului, unde se amplasează muncitorii din formația minimă cu sculele, dispozitivele și utilajele corespunzătoare, se depozitează și se manipulează materialele necesare. În condițiile în care procesul de construcție este sistemul ireductibil în cadrul procesului de producție, locul de muncă este corespondentul său spațial, adică cea mai mică diviziune din punct de vedere al spațiului, în care se împarte o lucrare de construcție.

Asupra locului de muncă din construcții acționează restricții tehnologice și organizatorice care îi stabilesc dimensiunile minime.

Restricțiile tehnologice de execuție ale procesului – impun dimensiunile locului minim tehnologic (**L_{ti}**). Caracterul mobil al procesului de construcție face ca locul de muncă minim tehnologic (**L_{ti}**) să nu se poată reproduce în aceleași coordonate, în aceeași organizare pe tot parcursul derulării procesului. Configurația și dimensiunile locului de muncă sunt impuse de natura procesului de construcție, putându-se însă aprecia că aceasta cuprinde în cazul cel mai general:

- spațiul pentru concretizarea fizică a transformării obiectelor muncii;
- spațiul pentru circulația executantului, individual sau colectiv;
- spațiul pentru depozitarea obiectelor muncii;
- spațiul pentru circulația utilajelor, în cazul în care procesul de construcție necesită utilizarea lor.

În concluzie – *locul minim tehnologic (L_{ti})* este spațiul în limitele căruia trebuie să se amplaseze pentru a participa la procesul de construcție: muncitorii din formația minimă (norma de personal sau formația minimă), obiectele muncii și mijloacele de muncă, astfel încât să poată fi folosită tehnologia specifică procesului, în condiții de securitate a muncii, de calitate a lucrărilor și nu în ultimul rând de productivitate maximă a muncii.

Locul minim tehnologic este o diviziune a frontului de lucru(FL):

$$L_{ti} \subset FL_i \quad (2.1)$$

sau

$$FL_i = \{L_{ti1}, L_{ti2}, \dots, L_{tin}\} \quad (2.2)$$

Este probabil, ca în multe cazuri, locul minim tehnologic (L_{ti}) să coincidă cu frontul de lucru:

$$L_{ti} \equiv FL_i \quad (2.3)$$

Restricțiile organizatorice pentru execuția procesului – impun mărimea locului minim organizatoric (L_{oi}). Locul minim organizatoric derivă din necesitatea de a asigura unei formații minime (formație normată sau normă de personal), stabilitatea pe aceeași suprafață, o activitate neîntreruptă pe durata a cel puțin un schimb de lucru. Se elimină astfel, timpii neproductivi din interiorul unui schimb, prin deplasarea formației minime cu obiectele muncii, cu mijloacele de muncă specifice realizării procesului, de la un nivel la altul, de la o construcție la alta.

Locul minim organizatoric se determină astfel:

$$L_{oi} = \frac{N_{psi} \cdot I_m}{q_{ui}} \quad (m^2/schimb; m/schimb) \quad (2.4)$$

unde:

N_{psi} – norma de producție pe schimb a formației minime;

I_m – indice mediu, de îndeplinire a sarcinii de muncă stabilită pe un schimb pentru formația minimă.

q_{ui} – cantitatea de lucrări corespunzătoare procesului “i” pentru care se determină (L_{oi}), aferentă unei unități de măsură din locul de muncă (m sau m^2).

Cunoscând că:
$$N_{psi} = d_s \cdot \frac{1}{N_{Ti}} \quad (2.5)$$

Locul minim organizatoric va fi:
$$L_{oi} = \frac{d_s \cdot I_m}{q_{ui} \cdot N_{Ti}} \quad (2.6)$$

Dimensiunile locului de muncă din construcții depind de mai mulți factori, printre care:

- numărul de muncitori din formația minimă (formația normată sau norma de personal);
- tipul și numărul de utilaje folosite la realizarea procesului de construcție;
- natura, dimensiunile și modul de alimentare cu materiale a procesului de construcție;
- locul unde se realizează procesul de construcție (la parter, la etaj, pe înălțimea construcției, etc.).

Acești factori, cu siguranță și alții, fac să se poată vorbi de o proiectare a locului de muncă, ajungând de fapt la proiectarea procesului de construcție.

4. NECESITATEA EVALUĂRII RISCURILOR DE SECURITATE A MUNCII ÎN ACTIVITATEA DE CONSTRUCȚII

Domeniul construcțiilor este important atât din punct de vedere economic cât și a dimensiunii forței de muncă implicate. Specificul acestei ramuri expune lucrătorii la o serie largă de riscuri, caracteristic fiind și mobilitatea locului de muncă față de cel existent în zona industrială, acolo unde postul de muncă este fix. Ținând seama și de faptul că muncitorii lucrează în aer liber – uneori și sub acțiunea intemperiilor meteorologice – activitatea acestora este influențată în mod negativ prin scăderea capacității de muncă ca urmare a solicitărilor mai mari ale organismului, a oboselii premature și a unei atenții mai scăzute, elemente care favorizează apariția accidentelor de muncă. Din studiile efectuate a rezultat faptul că peste 75% din totalul accidentelor de muncă s-au produs în lunile cu climat nefavorabil (frig, umezeală, ploi, vînt etc.)

Evaluarea riscurilor la locurile de muncă mobile se va face luând în considerare toate etapele succesive ale locurilor de muncă, ținându-se seama de toate schimbările elementelor sistemului de muncă. Evaluarea riscurilor constituie numai

o etapă secvențială în prevenirea și controlul riscurilor, care sunt activități continue.

Așadar, obiectivul principal al evaluării este stabilirea riscurilor inacceptabile și aducerea lor în zona acceptabilă.

Securitatea și sănătatea în muncă reprezintă astăzi, ceea ce ce înainte de anul 2007 numeam protecția muncii, numai că odată cu aderarea României la UE, prin implementarea acquis-ului comunitar, statul român, prin instituțiile abilitate a trebuit să își armonizeze legislația în concordanță cea aplicabilă la nivel european.

În acest context, pentru a promova un mediu de lucru sigur și sănătos a fost adoptată legea Securității și Sănătății în muncă nr. 319/2006. Auxiliar actului normativ menționat au fost emise și o serie de HG-uri care reglementează securitatea și sănătatea în muncă în diferite ramuri ale economiei. În domeniul construcțiilor, Guvernul României a emis Hotărârea nr. 300/ 2006 , care stabilește cerințele minime de securitate și sănătate în muncă pentru șantierelor temporare sau mobile.

Sintetizând actele normative enunțate, aplicabile în materie de securitate și sănătate în muncă, considerăm că în centrul activității de prevenire a riscurilor și asigurare a securității și sănătății în muncă se situează conducătorii unităților, ei fiind potrivit legii, singurii responsabili de sănătatea și securitatea în muncă a salariaților.

Obligativitatea evaluării riscurilor profesionale în țara noastră decurge din legislația actuală în domeniu care transpune Directiva Consiliului nr. 89/391/CEE/1989 și care prevede:

“Art. 7. **al.3.** Angajatorul are obligația să implementeze măsurile prevăzute la alin 1 și 2, pe baza următoarelor principii de prevenire:

- Evitarea riscurilor;
- **Evaluarea riscurilor care nu pot fi evitate;**
- Combaterea riscurilor de la sursă.

al. 4. Fără a aduce atingere altor prevederi ale prezentei legi, ținând seama de natura activităților, angajatorul are obligația:

- să evalueze riscurile pentru securitatea și sănătatea lucrătorilor, inclusiv la alegerea echipamentelor de muncă, a substanțelor sau a preparatelor chimice utilizate și la amenajarea locurilor de muncă.”

Măsurile de prevenire, precum și metodele de lucru și de producție aplicate de către angajator să asigure îmbunătățirea nivelului securității și al protecției sănătății lucrătorilor și să fie integrate în ansamblul activității unității respective la toate nivelurile ierarhice.

Metodele și mijloacele de analiză a sistemelor de muncă sub aspectul securității muncii sunt necesare pentru identificare rapidă și realistă a situațiilor deficitare din punctul de vedere al prevenirii accidentelor și a bolilor profesionale. Eliminarea totală a pericolelor respectiv a accidentelor și a bolilor profesionale din sistemul de muncă este în mod practic imposibilă.

În realitate există niveluri acceptabile de securitate a muncii a căror punere în evidență necesită eforturi serioase de apreciere calitativă și încercări de evaluare cantitativă. Utilitatea cunoașterii și evaluării riscurilor constă în aceea că se oferă angajatorului posibilitatea de a întreprinde acțiuni care să conducă la reducerea sau eliminarea lor.

A investi în prevenirea accidentelor de muncă și a îmbolnăvirilor profesionale înseamnă a investi în îmbunătățirea activității unității.

Activitatea de prevenire fiind o componentă intrinsecă a procesului de muncă, poate să-l influențeze sub următoarele aspecte:

- ✓ **Continuitatea procesului de producție** - Producerea unui accident generează întreruperea lucrului pentru o perioadă de timp relativ limitată, dar în același timp generează o stare de tensiune nervoasă în rândul personalului datorată evenimentului și incertitudinii. Acest lucru face ca procesul de muncă să se desfășoare cu scăderi ale ritmului de muncă și implicit cu scăderea producției.
- ✓ **Reducerea costurilor** - Mijloacele de prevenire a riscurilor, bine alese, măresc viteza de derulare a fluxului tehnologic micșorând sau eliminând timpii morți, fapt ce conduce la o creștere a producției și implicit la reducerea cheltuielilor pe unitatea de produs. În același timp sunt eliminate și cheltuielile făcute cu realizarea măsurilor de protecție a muncii, care se pot dispune în urma cercetării eventualelor accidente produse în sistemul dat.
- ✓ **Creșterea eficienței muncii** - Aplicarea unor măsuri de prevenire conduce la reducerea sau eliminarea cheltuielilor făcute cu repararea utilajelor afectate de accidente, la eliminarea costurilor directe ale accidentului (asistență socială, plata concediului medical, ajutoare materiale etc), la evitarea perturbărilor procesului de producție prin reorganizări ale personalului precum și la eliminarea cheltuielilor suplimentare legate de pregătirea personalului ce suplinește pe cei accidentați.
- ✓ **Creșterea productivității** - Alegerea tehnologiilor și a echipamentelor cât mai puțin periculoase, stabilirea ergonomică a fluxului tehnologic, disciplinarea (tehnologică) a personalului, respectarea graficelor de întreținere și reparație sunt tot atâtea elemente care contribuie la creșterea productivității, atât prin mărirea randamentului utilajelor cât și prin creșterea randamentului personalului. De asemenea, un rol deosebit la creșterea productivității îl are realizarea unui mediu de lucru normal. Este știut faptul că un mediu ambiental

corect conduce la sporirea atenției și implicit la reducerea numărului de rebuturi prin creșterea confortului în muncă.

- ✓ **Creșterea calității produselor** - Acest fapt se realizează aproape automat derivând din disciplinarea personalului prin respectarea procedurilor de lucru. Un produs realizat în condițiile optime prevăzute de procedurile de lucru nu poate fi decât un produs de calitate.
- ✓ **Îmbunătățirea climatului socio-profesional** - Implicarea întregului personal în activitatea de prevenire a riscurilor conduce la conștientizarea rolului socio-profesional pe care îl are fiecare. De asemenea, aceasta conduce la găsirea celor mai bune metode de organizare a muncii (formarea echipelor de lucru, transmiterea sarcinilor de muncă etc.). Un personal conștient de sarcinile sale, cunoscător al mijloacelor de acțiune este un personal performant. Relațiile profesionale și sociale corect stabilite în cadrul formației creează un climat de siguranță și încredere, care favorizează creșterea eficienței muncii.
- ✓ **Creșterea credibilității unității** - Prin asigurarea unor condiții de securitate sporită în muncă, prin neintervenția unor factori perturbatori cauzati de accidente în respectarea contractelor și angajamentelor și ca urmare a realizării unor produse de calitate, atât în rândul angajaților proprii cât și în rândul beneficiarilor și colaboratorilor se va crea o imagine favorabilă cu privire la seriozitatea societății.

Eliminarea consecințelor administrative, contravenționale sau penale suferite de eventualele persoanele vinovate de producerea unor accidente precum și despăgubirile către victime sau urmașii acestora.

5. CONCLUZII

Prevenirea riscurilor și promovarea unor condiții mai sigure și mai sănătoase la locul de muncă sunt esențiale nu numai pentru a îmbunătăți calitatea locurilor de muncă și a condițiilor de lucru ci și pentru promovarea competitivității.

Menținerea unei bune stări de sănătate a lucrătorilor are un impact pozitiv direct și măsurabil asupra productivității și contribuie la îmbunătățirea sustenabilității sistemelor de securitate socială.

Prevenirea accidentelor de muncă sau a bolilor profesionale grave și promovarea sănătății angajaților pe parcursul întregii vieți profesionale, începând chiar cu primul loc de muncă, este vitală pentru a permite o perioadă de activitate cât mai lungă.

Bibliografie

1. Șerbănoiu I., Metode de organizare și programare în construcții, Editura Societății Academice "Matei-Teiu Botez", Iași-2009
2. Șerbănoiu I., Șerbănoiu Ad., Managementul resurselor umane în construcții, Editura Societății Academice "Matei-Teiu Botez", Iași-2007
3. Legea sănătății și securității muncii Legea 319/2006
4. http://www.inspectmun.ro/site/1_RO_ACT_part1_v2.pdf
5. Năvodaru L., Albulescu A. G, Tanasievici G. D., Instruire practică în domeniul construcții, instalații și lucrări publice-Iași, Editura Tipoflex, ediția 2010
6. Alexandru I., Luca D., Metoda INCDPM de evaluare a riscurilor-note de curs, Iași-2013

Contribuții la studiul tehnico-economic pentru realizarea unor structuri din beton autocompactant comparativ cu betonul vibrat

Cazacu Nicolae¹,

¹doctorand, Facultatea de Construcții și Instalații Iași, [e-mail cazacu_nicolae@mail.ru](mailto:cazacu_nicolae@mail.ru)

2

Rezumat

Vibrarea betonului reprezintă un proces complex ce necesită monitorizare continuă. Eliminarea vibrării reduce semnificativ manopera, timpul de execuție și exclude defectele structurii apărute în urma unei vibrări necorespunzătoare. Pentru asigurarea autocompactării, betonul autocompactant conține o cantitate mai mare de parte fină iar acest lucru se obține prin utilizarea deșeurilor industriale în calitate de adaos mineral. Datorită omogenității sale, betonul autocompactant posedă caracteristici mecanice îmbunătățite comparativ cu betonul tradițional vibrat de aceeași clasă.

Cuvinte cheie: beton autocompactant, vibrare, rezistență, manoperă

1. INTRODUCERE

Betonul este cel mai întrebuințat material structural din industria construcțiilor. Unul din principalele sale avantaje este costul mic, având posibilitatea de realizare din materii prime locale, deși pentru punerea în operă este utilizată forță de muncă calificată.

Cercetările cu privire la producerea unor betoane la care compactarea nu se obține prin vibrare au început încă din 1980 iar abia în 1986 profesorul japonez H. Okamura a prezentat publicul betonul autocompactant, beton care se compactează sub influența greutateii proprii.

Atribuirea caracteristicii de autocompactare se efectuează după realizarea unui șir de teste pe amestecul în stare plastică: răspândirea din tasare, capacitatea de curgere, abilitatea de trecere printre obstacole, rezistența la segregare. Metodologia și necesarul de utilaje pentru aceste teste sunt descrise în „Ghidul European pentru beton autocompactant”[1].

2. VIBRAREA BETONULUI TRADIȚIONAL

Vibrarea betonului reprezintă un proces complex și esențial pentru asigurarea calității proiectate a elementelor. Lucrările de compactare a betonului necesită forță de muncă calificată și un control riguros în toate etapele de lucru. Durata optimă de vibrare din punct de vedere tehnico-economic variază între 5 și 30 secunde pentru betoanele obișnuite și între 90 și 150 secunde pentru betoanele aparente.

2.1. Exigențele și rezultatele compactării betonului

În timpul procesului de vibrare, betonul capătă consistența unei paste semilichide, mortarul se fluidifică și permite deplasarea agregatelor sub influența forțelor gravitaționale. După oprirea vibrării, fluiditatea betonului dispare.

Exigențele atașate compactării prin vibrare conform normativului NE-012-2 pot fi sintetizate astfel :

- alegerea tipului de vibrator se efectuează în dependență de consistența betonului și tipul elementului;
- vibrarea se execută sistematic după turnare până la eliminarea aerului oclus; vibrațiile excesive pot conduce la slăbirea rezistenței suprafeței sau la apariția segregării;
- grosimea stratului de beton turnat se recomandă să fie mai mică decât înălțimea tijei vibratoare, asigurându-se sistematic vibrarea și revibrarea suprafeței stratului anterior;
- în timpul compactării betonului proaspăt, trebuie evitată deplasarea armăturilor și/sau a cofrajelor;
- betonul se compactează numai atât timp cât este în stare plastică.

În urma unei compactări corespunzătoare trebuie obținute următoarele rezultate:

- umplerea completă a cofrajului, inclusiv a spațiilor înguste;
- eliminarea apei și a aerului oclus;
- pătrunderea completă a pastei de mortar printre agregate;
- omogenizarea amestecului de beton;
- sporirea aderenței dintre beton și armătură.

2.2. Defectele ce pot apărea în urma unei compactări necorespunzătoare

Cele mai frecvente greșeli de vibrare întâlnite pe șantier sunt următoarele:

- nerespectarea timpului de vibrare:
 - pentru o valoare mai mică, betoanele vor fi compactate insuficient, rezistențele mecanice după întărire vor fi mai mici, permeabilitatea va fi sporită;
 - pentru o valoare mai mare crește riscul segregării.
- nerespectarea distanței dintre punctele de vibrare:
 - la o distanță mai mare are loc compactarea neomogenă,

- la o distanță mai mică crește tendința de segregare.

▪ vibrarea betonului care a început să se întărească poate provoca distrugeri ale structurii betonului.

3. CARACTERISTICILE BETONULUI AUTOCOMPACTANT

3.1. Compoziția betonului autocompactant

Componentele betonului autocompactant sunt similare betonului tradițional vibrat, dar vor fi alese mai riguros, raportul de apă/ciment fiind mai mic.

Principalele componente sunt: ciment, adaos mineral, agregate, aditivi și apă.

Elementele cheie pentru asigurarea autocompactării sunt:

- limitarea diametrului maxim de agregat pentru evitarea blocajelor în secțiunile înguste;
- volum mai mare de pastă în scopul reducerii forțelor de frecare dintre granulele de agregat;
- utilizarea aditivilor superplastifianți sau modificatori de vâscozitate:

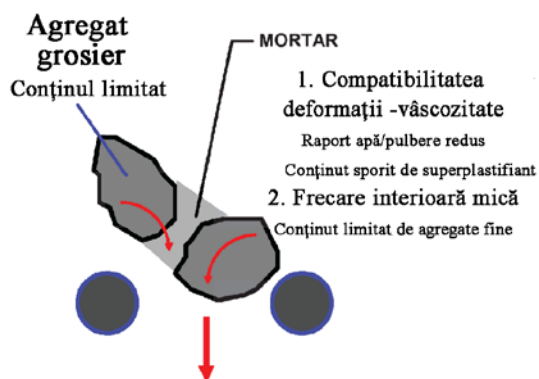


Fig. 1. Mecanismul de asigurare a autocompactării betonului [3]

Recomandările prezentate de către Okamura și Otawa pentru proporțiile componentelor betonului autocompactant pot fi rezumate astfel [3]:

- conținutul de agregat grosier trebuie să fie de 50% din volumul total al solidelor;
- volumul agregatului fin trebuie să fie de 40% din volumul mortarului;
- raportul apă/pulbere variază în limitele $0,9 \div 1$, în dependență de caracteristicile pulberilor utilizate;
- cantitatea de superplastificator și raportul final de apă/pulbere trebuie să fie stabilite corespunzător, pentru a asigura autocompactarea.

Mărirea volumului de pastă se realizează prin introducerea diferitelor adaosuri minerale.

Tabel 1. Clasificarea adaosurilor în funcție de reactivitatea cu apă

Tip I	Inerte sau semiinerte	Filere minerale (calcar, dolomit)
Tip II	Puzzolanice	cenușă zburătoare conform EN 450; silicea ultrafină conform EN 13263.
	Hidraulice	zgura granulată de furnal

Filere minerale sunt materiale fin măcinate cu o suprafață specifică similară cimentului Portland, care contribuie la intensificarea procesului de hidratare a cimentului prin efectele de nucleere și înglobare parțială în hidrosilicații de sodiu.

Cenușa zburătoare este un reziduu mineral provenit de la arderea cărbunelui în termocentrale. Particulele sunt de forma sferică, dure și compacte. Datorită proprietăților sale puzzolanice, reacționează cu hidroxidul de calciu și substanțele alcaline din amestecul proaspăt de beton pentru a forma compuși rezistenți din punct de vedere chimic și mecanic. Procesul de hidratare decurge mai lent iar căldura degajată în timpul hidratării este mai mică decât a cimentului pur.

Silicea ultrafină este un subprodus al industriei producătoare de siliciu sau ferosiliciu. Particulele de silice au dimensiunea este de $0,1\mu\text{m}$ - $10\mu\text{m}$, suprafața specifică $20\text{m}^2/\text{g}$ și contribuie la compactitatea betonului prin amplasarea în imediata apropiere de granulele agregatului, în zona de rezistență minimă, formând astfel o împachetare densă, ceea ce micșorează porozitatea zonei de interfață.

Zgura de furnal este un material rezidual obținut la producerea fontei, la fiecare tonă de fontă obținându-se 200-300 kg de zgură. Forma granulelor este angulară iar greutatea volumică este puțin mai mică decât a cimentului. Avantajul utilizării acestor materiale constă în reducerea temperaturii de hidratare a cimentului și crearea unei microstructuri mai dense, care sporește rezistența de durată.

În Tabelul 2 sunt indicate domeniile de variație ale principalelor componente ale betonului autocompactant conform Ghidului European pentru betonul autocompactant (mai 2005).

Tabel 2. Domeniile de variație ale principalelor componente [1]

Constituent	Domeniul tipic în masă [kg/m ³]	Domeniul tipic în volum [l/m ³]
Parte fină, pulbere	380-600	-
Pastă	-	300-380
Apă	150-210	150-210
Agregat grosier	750-1000	270-360
Agregat fin(nisip)	48-55% din greutatea totală a agregatului	48-55% din volumul total al agregatului
Raport apă/pulbere	-	0,85-1,10

3.2. Caracteristicile mecanice esențiale ale betonului autocompactant

Caracteristicile mecanice ale betonului autocompactant trebuie să corespundă exigențelor SR EN 206-1 (densitate, rezistența mecanică, durabilitate).

3.2.1 Rezistența la compresiune

Diferența dintre rezistența la compresiune a betonului autocompactant și a betonului tradițional (vibrat) confecționat din același tip de ciment, cu același raport de apă/ciment este sub 10%. Această creștere este datorată unei structuri mai dense, aderenței mai bune între agregate și redistribuirii mai uniforme a tensiunilor interne.

Determinarea rezistenței în condiții de laborator (conform EN 206-1) se face prin intermediul cuburilor cu latura de 100 mm, 150 mm sau a cilindrilor 100/200 mm sau 150/300 mm.

3.2.2. Rezistența la întindere

Rezistența la întindere a betonului este echivalentă cu $1/6 \div 1/20$ din rezistența la compresiune. Această situație este cauzată de natura eterogenă a betonului. Piatra de ciment conține numeroase discontinuități: pori, microfisuri ce favorizează concentrarea tensiunilor într-un volum mic.

Rezistența betonului la întindere depinde esențial de rezistența pietrei de ciment la întindere, de coeziunea lui cu granulele agregatului mășcat. O dată cu majorarea rezistenței la compresiune, rezistența la întindere crește neesențial (fig.2).

Determinarea experimentală a rezistenței la întindere poate fi efectuată prin trei metode: metoda directă, prin despicare și prin încovoiere.

Valoarea rezistenței la tracțiune pentru betonul autocompactant (de o anumită clasă) este similară betonului vibrat de aceeași clasă.

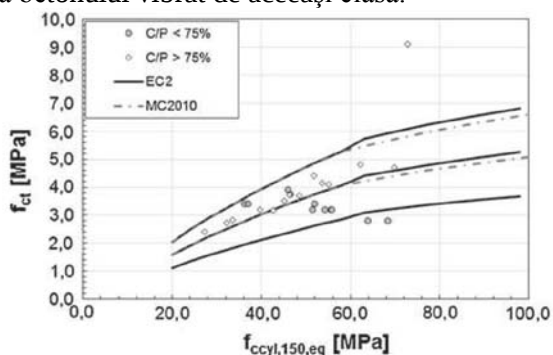


Fig.2 Relația dintre rezistența la întindere și rezistența la compresiune pe cilindru [7]

3.2.3 Modulul static de elasticitate

Modulul de elasticitate descrie relația dintre efort și deformare, în funcție de nivelul de solicitare. Agregatul obișnuit are modulul de elasticitate mai mare decât al pietrei de ciment. Creșterea conținutului de agregate conduce la sporirea valorilor modulului de elasticitate a betonului și invers: pentru un conținut mai mare de pastă, modulul de elasticitate va înregistra valori mai mici.

Diferența dintre modulul de elasticitate a betonului autocompactant și cel vibrat poate ajunge până la 40 % pentru betoanele obișnuite, reducându-se până la 5 % pentru betoanele de înaltă rezistență.

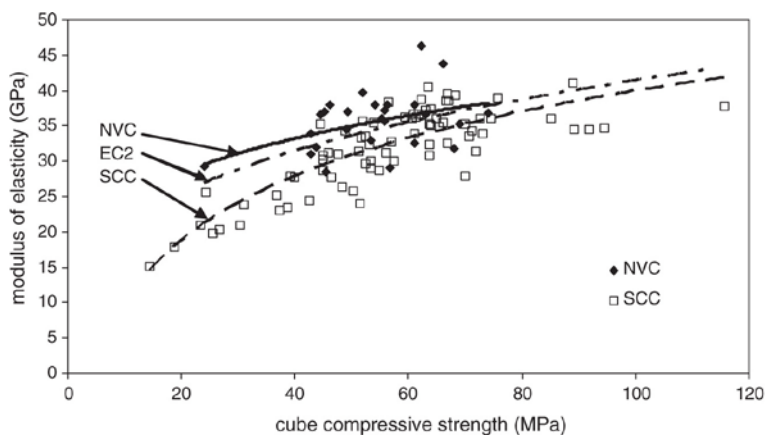


Fig.3 Relația dintre modulul de elasticitate și rezistența la compresiune pe cub [7]

3.2.4 Aderența la armătură

Conlucrarea betonului cu armătura este rezultatul aderenței și frecării dintre cele două materiale dar și al ancorării mecanice produse de neregularitățile pe care le prezintă suprafețele laterale ale armăturilor.

Eforturile de aderență ale betonului autocompactant sunt mai mari decât cele ale betonului tradițional vibrat în cazul rezistențelor mici la compresiune; pentru rezistențe mari, aceste valori sunt similare.

3.3 Avantajele economice ale betonului autocompactant

Utilizarea deșeurilor industriale în compoziția betonului reprezintă nu doar un avantaj economic ci și un factor important de protecție a mediului.

Conform indicatorului de norme de deviz, pentru turnarea unui metru cub de beton cu ajutorul unei pompe, în plăci, grinzi și stâlpi, este necesar:

- manoperă: 1 om/h;
- vibrator: 0,2 ut/h.

Excluderea procesului de vibrare, reprezintă o simplificarea considerabilă în procesul de punere în operă a betonului, deoarece se reduce:

- timpul de turnare până la 15%, în funcție de numărul de muncitori;
- manopera;
- consumul de energie electrică este mai mic;
- necesarul de forță de muncă calificată.

4. CONCLUZII ȘI PERSPECTIVE DE DEZVOLTARE ULTERIOARĂ

- Diferența dintre rezistența la compresiune a betonului autocompactant și a betonului tradițional vibrat este de circa 10%, datorită unei structuri mai compacte.
- Rezistența la întindere a betonului autocompactant este similară rezistenței la întindere a betonului clasic vibrat.
- Modulul de elasticitate a betonului autocompactant este mai mic decât al betonului vibrat datorită volumului de pastă mai mare, diferența variind între 5% și 40%.
- Utilizarea deșeurilor industriale în compoziția betonului autocompactant reduce din costul de producere și are un impact pozitiv asupra mediului ambiant.
- Excluderea procesului de vibrare a betonului micșorează durata de execuție, manopera și consumul de energie electrică.

Bibliografie

1. The European Guidelines for Self-Compacting Concrete Specification, Production and Use, May 2005.
2. Kamal H.Khayat, Geert De Schuttera “Mechanical properties of Self Compacting Concrete” , State-of-the-Art Report of the RILEM Technical Committee 228-MPS on Mechanical Properties of Self-Compacting Concrete, 2014 .
3. H. Okamura, M. Outchi “Self compacting Concrete” Journal of Advanced Concrete Technology, vol 1, nr.1 pp 5-15, april 2003.
4. Almeida Filhoa, B.E. Barragánb, J.R. Casasb “Hardened Properties of Self-Compacting Concrete — A Statistical Approach “Construction and Building Materials nr 24, 2010, pp 1608–1615 .
5. Terec L., Szilagyí H., “Beton autocompactant (bac) pentru industria de prefabricate în construcții”, în revista “Urbanism. Arhitectură. Construcții”, vol.1, nr.1, 2010, pp 79-86.
6. Heirman, G., Vandewalle, L., Van Gemert, D., Boel, V., Audenaert, K., De Schutter, G., Desmet, B., Vantomme J., Time-dependent deformations of limestone powder type self compacting concrete. Eng. Struct. 30, 2008, pp 2945–2956.
7. Domone P.L. “A review of the hardened mechanical properties of self compacting concrete”, Cement and Concrete Composites, 2007; 29(1),pp 1-12.

Identificarea alunecărilor de teren în zona municipiului Iași

Chirica Mihai ¹,

¹doctorand, Facultatea de Construcții și Instalații Iași, mihaichirica2014@gmail.com

Rezumat

Dezvoltarea în ritm alert a orașelor, intensificarea activităților precum și dezvoltarea de noi tehnologii au condus la creșterea vulnerabilității zonelor populate la dezastre naturale sau antropice. Alunecările de teren sunt considerate alături de cutremurele de pământ și inundații ca fiind fenomene naturale cu consecințe negative, ce pot pune în pericol viața și activitățile umane.

Lucrarea de față își propune precizarea condițiilor geologico-geotehnice specifice manifestării alunecărilor de teren ca fenomene de hazard pe arealul de dezvoltare a municipiului Iași, cu evidențierea principalelor zone afectate de acestea.

Cuvinte cheie: alunecări de teren, fenomene de geodinamică externă, monitorizarea alunecărilor de teren.

1. INTRODUCERE

Din punct de vedere geologico-geotehnic, alunecările de teren sunt deplasări ale unor roci moi (pământuri) amplasate în pantă, fiind cauzate de fenomene naturale sau activități umane. Cedarea taluzurilor și versanților, în urma alunecărilor de teren, se produce prin depășirea pe anumite planuri a rezistenței la forfecare a rocilor ce alcătuiesc taluzurile/versanții.

Elementele caracteristice unei alunecări de teren sunt [1]: treapta de desprindere principală, coronamentul sau fruntea alunecării, capul alunecării, terasa alunecării, flancul, piciorul alunecării, baza alunecării, suprafața de rupere, corpul alunecării, fisurile și crevasele. Dimensiunile unei alunecări de teren sunt exprimate prin lungimea, lățimea și adâncimea acesteia.

Clasificarea alunecărilor de teren se poate face având în vedere următoarele criterii [1]: viteza de deplasare a masei de pământ în faza de alunecare propriu-zisă, adâncimea la care este situată zona de rupere prin care se dezvoltă suprafața de alunecare față de suprafața terenului, vârsta alunecărilor, direcția de evoluție a procesului de alunecare, tipul materialului supus alunecării, raportul dintre poziția suprafeței de alunecare și stratificația versanților sau taluzurilor.

Având în vedere criteriile de clasificare menționate anterior, se pot distinge mai multe tipuri de alunecări de teren, ca de exemplu [1]: alunecări succesive rotaționale, alunecări multiple regresive, alunecări combinate cu curgeri, alunecări

în coluviu, alunecări prin împrăștiere, alunecări pe suprafețe preexistente, alunecări în argile sensitive, alunecări subacvatic.

Alunecările de teren au loc ca urmare a modificării stării de echilibru dinamic din interiorul versantului prin acționarea forțelor interne și externe. Producerea dezechilibrului nu este niciodată rezultatul unui singur factor ci efectul cumulat al mai multor factori. Principalele categorii de factori care afectează condițiile de stabilitate ale masivelor se pământ și care pot genera alunecări de teren sunt [1]: factori geologici (natura terenului, stratificația terenului, proprietățile fizico-mecanice ale terenului, șistozitatea), factori morfologici (înclinarea generală a versantului, configurația suprafeței versantului), factori hidrologici și hidrogeologici (apa provenită prin precipitații, prezența apei subterane, fenomenul de sufozie), acțiuni extraordinare (cutremurele de pământ, explozii), factori antropici (excavarea la baza unui taluz sau versant, încărcarea la partea superioară a unui taluz sau versant, defrișările, vibrațiile, infiltrațiile de apă din instalații defecte).

2. CONDIȚII GEOGRAFICE ȘI GEOLOGICE ALE ZONEI DE ÎNCADRARE A MUNICIPIULUI IAȘI

Municipiul Iași se numără printre cele mai vechi și importante așezări ale țării. Orașul a cunoscut o puternică dezvoltare în perioada 1564-1859, perioadă în care a fost capitala Moldovei. În perioada 1859-1862 a fost una dintre cele două capitale ale Principatelor Unite și ulterior între 1916-1918 capitală a Regatului României. Iașiul este orașul marilor idei, al primei mari uniri, al primului spectacol de teatru în limba română, al primului muzeu literar memorial (Bojdeuca din Țicău) și al primului Muzeu de Istorie Naturală ; este centru cultural, economic și academic al Moldovei.

Situat în partea de nord-est a României, Județul Iași este delimitat la vest de râul Moldova și la est de râul Prut, care constituie totodată și granița de stat cu Republica Moldova. Municipiul Iași este reședința de județ fiind unul dintre cele mai importante centre culturale din România, al doilea centru universitar, după capitala București.

Dacă, în trecut Iașul deținea un areal poziționat pe șapte coline, prin extinderea acestuia, în prezent orașul se află poziționat pe nouă coline: Cetățuia, Tătărași, Galata, Copou-Aurora, Bucium-Păun, Șorogari, Ciric, Repedea și Bârnova.

2.1. Condiții geologice

Din punct de vedere stratigrafic zona Iași este situată în Platforma Moldovenească, caracterizată în acest sector prin apariția la zi numai a unei părți din depozitele

neogene de cuvertura (sarmațiene și miocene) [2]. Fundamentul precambrian și cuvertura paleozoic inferioară, mezozoică și partea inferioară a neogenului sunt cunoscute numai prin foraje. Este cunoscut profilul sintetic complet până la adâncimea de 1391,4 m. Aceasta regiune se mai caracterizează printr-o apreciable îngroșare a depozitelor neogene de cuvertură, mai accentuată spre marginea de S și S-V.

Fundamentul precambrian este bine cunoscut prin forajul de la Iași unde a fost străbătut pe o grosime de 270 m, începând de la adâncimea de cca 1120 m. Este constituit din șisturi cristaline, îndeosebi gnaise cu intruziuni granitice de vârstă precambriană.

Cuvertura sedimentară începe, ca în toată Platforma Moldovenească, cu Paleozoic inferior orizontal care se dispune discordant pe suprafața peneplenizată a Precambrianului.

Paleozoicul este reprezentat de depozite ordovicene și siluriene. Ordovicianul a fost interceptat de foraje la Iași și Popești pe o grosime de 520–600 m, fiind alcătuit în principal din alternanțe de gresii siltitice compacte sau sistoase și argilite dure, sistoase sau în plăci. Întreaga serie este de culoare cenușie-negricioasă, cu rare intercalații roșcate sau brune și străbătută de diacleze fine de pirită. Silurianul este alcătuit dintr-o serie predominant calcaroasă, în care alternează calcare fine, uneori cu caracter organogen, marne sistoase, șisturi argiloase și mai puțin gresii calcaroase, toate de culoare cenușiu închis. Toate tipurile de roci siluriene sunt străbătute de frecvente diacleze de calcit. La partea superioară a seriei se găsește o intercalație de 0.15 m de tufit verzui. Grosimea Silurianului atinge 250 m în forajul de la Iași și numai 120 m în forajul de la Popești.

În regiunea Iași [2], depozitele mezozoice sunt de vârstă Cretacic superior (Cenomanian). Acestea sunt reprezentate de gresii glauconitice și calcare marnoase cu mici noduli de fosfați, peste care se întâlnesc calcare cu aspect de cretă uneori cu concrețiuni de silex.

Depozitele neozoice cuprind roci de vârstă Paleogen (Eocen) și Neogen. Paleogenul din regiunea Iași este reprezentat de gresii calcaroase dure, cenușiu-verzui, slab glauconitice și marne compacte verzui, cu grosimi variind între 15-30 m. Neogenul este reprezentat de roci de vârstă: Tortonian superior, Sarmațian (Buglovian, Volhinian, Bessarabian, Kersonian) și Meotian. Tortonianul este alcătuit din marne cenușiu-verzui cu intercalații de marnocalcare compacte, având în partea inferioară și superioară intercalații de gresii calcaroase, gips. Buglovianul este reprezentat de calcare marnoase recifale, albicioase, marne compacte în alternanță cu marne sistoase cenușii. Volhinianul se individualizează ca un pachet de aproximativ 100 m de marne cenușii în alternanță cu marne nisipoase și nisipuri. Depozitele Bessarabianului sunt cele mai vechi depozite care afloră în regiune și care au cea mai largă răspândire. Acestea sunt alcătuite din: marne argiloase cenușiu-albăstrui uneori intercalate cu nisip fin sau calcare, un complex cu faună

de apă dulce alcătuit din marne argiloase cenușii cu intercalații de argile nisipoase și nisipuri cenușii sau gălbui, și un complex grezo-oolitic alcătuit din argile și nisipuri în care se intercalează două pachete de gresii și oolite. Kersonianul este dezvoltat la sud de Iași, aflorând pe versanții dealurilor dintre Prut și valea Rebricea și este reprezentat printr-un facies fluvio-lacustru și facies salmastru. Meotianul este reprezentat de argile marnoase și nisipuri cu intercalații de gresii tufitice.

Depozitele cuaternare sunt reprezentate de depozite pleistocene și holocene. Depozitele pleistocene de terasă sunt larg dezvoltate pe cursul văii Bahlui și îndeosebi în jurul orașului Iași, fiind alcătuite din pietrișuri, urmate de nisipuri groșiere și nisipuri argiloase. O pătură de depozite loessoide groasă de 6-16 m acoperă tot intervalul pleistocen. Holocenul este întâlnit pe cursul râurilor. Albiile majore ale râurilor sunt alcătuite din aluviuni ce pot atinge 10 m grosime și care stau pe argilele sarmațiene impermeabile. Aluviunile sunt formate din pietrișuri mărunte și nisipuri groșiere cu dispoziție lenticulară, urmate de nisipuri medii și fine, apoi de argile nisipoase.

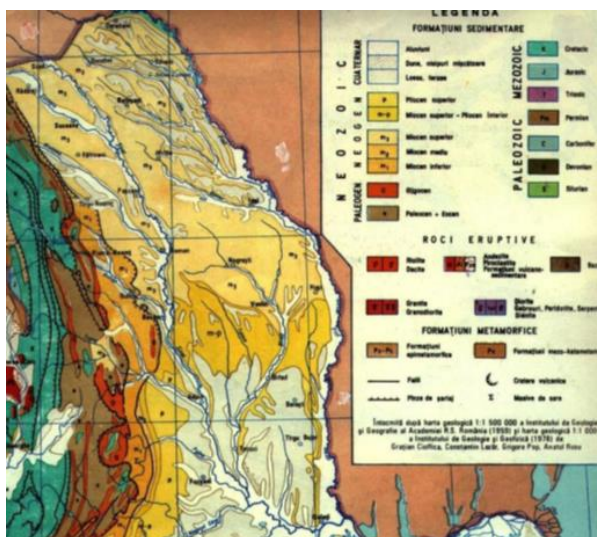


Figura 1 - Specificul geologic al Platformei Moldovenești

2.2. Condiții geomorfologice

Din punct de vedere geomorfologic [2] zona municipiului Iași se află situată la marginea sud-estică a Câmpiei Moldovei, cunoscut și sub denumirea de Depresiunea Jijiei (subunitatea culoarul Bahluiului), către contactul acesteia cu limita nord-estică a Podișului Central Moldovenesc. Relieful municipiului Iași și împrejurimile sale reprezintă rezultatul acțiunii factorilor externi de modelare (eroziune, acumulare fluvială și procese de versant) asupra unui substrat geologic destul de variat și în principal, rezultatul evoluției râului Bahlui și a afluenților săi.

Fiind mai coborâtă cu 200-300 m față de subunitățile înconjurătoare, Câmpia Moldovei apare ca o depresiune cu altitudini cuprinse între aproximativ 30-270 m. Media ponderată hipsometrică a Câmpiei Moldovei este de 118 m. Relieful este colinar și modelat pe marno-argile, în condiții de climat, hidrografie, soluri, vegetație și faună caracteristice stepei și silvostepii.

Podișul Central Moldovenesc are un relief mai înalt (cu înălțimi medii de 350-400 m) protejat de roci mai dure (calcare și gresii) și condiții bio-pedo-climatice caracteristice pădurii. Înălțimile cele mai mari se află în dealurile aparținând Podișul Sucevei în vest (între 400 și 593 m) și Podișul Central Moldovenesc în S (între 400 și 467 m), iar cele mai mici sunt în Lunca Prutului (25-30 m). Contactul dintre aceste unități geografice ale Podișului Moldovei este evidențiat printr-o denivelare puternică de peste 200 m, cunoscută sub numele de "Coasta Iașului" sau "Coasta de tranziție" în cuprinsul căreia se face trecerea bio-pedo-climatică de la câmpia colinară la podiș.

Ca aspect general, relieful se prezintă sub forma unor coline și dealuri joase înșirate pe stânga văilor Bahluiului și Nicolinei, care aparțin Câmpiei colinare Jijia-Bahlui și sub forma unor dealuri și platouri mai impunătoare aparținând Coastei Iașului și Podișului Central Moldovenesc, pe dreapta acestor văi. Întregul ansamblu de dealuri și coline, cu înălțimi ce cresc treptat spre nord până la 200-220 m altitudine și mai brusc spre sud până la 350-400 m, oferă teritoriului imaginea unui vast amfiteatru natural. Din punct de vedere genetic, cea mai mare parte a reliefului are un caracter sculptural (cca. 50%) și de acumulare (40%) și într-o mică măsură un caracter structural (10%). Fiecare din aceste tipuri genetice cuprind forme de relief caracteristice, ce pot fi separate în următoarele unități geomorfologice: șesuri, terase, glacisuri, interfluvii sculpturale, platouri structurale și versanți. Altitudinile maxime depășesc 200 m la nord de Bahlui, în dealurile Rediu (210,9 m), Breazu (209,2 m), Șorogari (203,5 m), Aroneanu (216,7 m), Coada Stâncii (220,4 m) și 300-400 m la sud, în dealurile Trezea (344,4 m), Repedea (383,4 m), Păun (407,2 m). Altitudinile minime se întâlnesc în șesul Bahluiului variind între 35 m în zona Holboca și 45 m în zona Antibiotice. Aceste valori dau o energie maximă a reliefului de 165-185 m pentru zona câmpiei colinare și de 200 -270 m pentru Coasta Iașului și podiș, demonstrând gradul diferit de fragmentare în adâncime. Același lucru este evidențiat și de valorile energiei medii a reliefului, care oscilează între 50-70 m pe văile din zona colinară și între 70-100 m în zona de podiș și coastă. Fragmentarea orizontală a reliefului evidențiază suprafețe de dealuri și coline care, prin evoluția avansată a versanților, au ajuns la lățimi de 200 m (exemplu în dealul Breazu-Copou, la nord de Universitatea Agronomică) și sub 100 m (în dealul Cetățuia, Căprița), sau chiar la culmi foarte înguste (zona sud Vlădiceni-Tomești). Se întâlnesc însă și suprafețe cu fragmentare orizontală de 1 până la 3 km, așa cum sunt terasele Bahluiului și Nicolinei.

Pantele reliefului variază mult, de la 1°-3° pe suprafețele colinelor și dealurilor, la 3°-10° pe versanți cu dinamică slabă la moderată și pe racordurile dintre terase și

dintre terase și șesuri, 15°-20° pe versanții cu dinamica accentuată ai văilor Rediu, Podgoria Copou, Cârlig, Caric, sau din bazinul pârâului Pietrăria, etc. și peste 20° în zonele cornişelor de alunecare pe Coasta Iaşului în zona Repedea-Păun și local pe versanții văilor menționate mai sus. Amplasarea construcțiilor pe pante mai mari de 12° necesită cheltuieli suplimentare, iar cele de peste 15° prezintă chiar riscuri.

Versanții văilor care fragmentează terasele și interfluviile se prezintă într-o diversitate mare de pantă, energie de relief, orientare și evoluție, fiind rezultatul unui îndelungat proces de eroziune fluvială, îmbinat cu procese deluviale, stimulate sau stăvilite antropic. Cele mai frecvente asemenea procese care au contribuit la modelarea versanților sunt eroziunea areolară (spălarea), eroziunea torentială, surpările și alunecările de teren. Majoritatea versanților din teritoriul municipiului Iași și împrejurimi au fost modelați dominant sau chiar exclusiv, prin alunecări de teren, mai vechi sau mai recente: versanții văilor Cârlig -Calcaina și Caric, versanți de pe stânga văilor Rediu, Podgoria Copou, Vămășoaia, versanții de pe dreapta Bahluiului și Nicolinei, versanții din zona Coastei Iaşului, s.a.. În intravilan și limitrof acestuia, cele mai afectate zone sunt: Ursula -Tg. Copou-Țicău-Albineț, Grădina Botanică-Bogdan-Aurora-Păcurari, Galata, Cetățuia, Bucium, Căprița, Munteni. Declanșarea alunecărilor de teren pe versanții menționați a fost favorizată de o serie de condiții naturale și antropice, dintre care, substratul litologic, apele subterane și din precipitații, panta, energia și orientarea versantului, gradul de acoperire cu vegetație și intervențiile omului, sunt cele mai importante.

2.3. Condiții de hidrogeologice și hidrografice

Teritoriul municipiului Iași și împrejurimile sale prezintă un potențial hidrografic variat, constituit din ape subterane (minerale sau dulci) și ape de suprafață (râuri și lacuri) [2].

2.3.1. Apele de suprafață

Apele de suprafață din amplasamentul analizat aparțin bazinului hidrografic Bahlui și sunt formate din râuri și lacuri.

Din punct de vedere hidrografic regiunea Iași este străbătută de cursul inferior al râului Bahlui și afluenții acestuia: Nicolina, Manta Roșie, Vămășoaia, Vlădiceni pe dreapta, Valea Lupului, Rediu, Podgoria Copou, Cârlig-Calcaina, Ciric, Chirița, Orzeni, care fac parte din marele bazin hidrografic al Prutului. Bahluiul izvorăște din Dealul Mare al Hârlăului și are un volum mediu anual de apă de 103 mil. m³/an, la care se adaugă încă 20,5 mil. m³/an, reprezentând aportul afluenților. În timpul anului scurgerea râului Bahlui înregistrează variații în funcție de anotimp și lunare, în funcție de aportul surselor de alimentare. Valorile maxime se înregistrează primăvara, în martie ca urmare a topirii zăpezilor și ploilor abundente din acest anotimp.

Referitor la situația actuală a inundabilității în zona orașului Iași, se menționează că se pot produce inundații începând cu probabilitățile de depășire a albiei de 10% până la 5 % în amonte de confluența râului Nicolina și aval de confluența râului Ciric, iar în zonele centrale probabilitățile de depășire sunt între 1% și 5%. Deci, orașul este apărat împotriva inundațiilor la clasa IV de importanță pentru zona centrală a șesului și clasă V de importanță pentru zonele din amonte și aval. Se menționează de asemenea, că inundații se pot produce prin colectoarele de canalizare din zona de șes, când nivelele Bahluiului sunt ridicate și plouă abundant.

Lacurile din teritoriul orașului și împrejurimi sunt de origine antropică, fiind create prin bararea afluenților, în scopul atenuării viiturilor și prevenirii inundațiilor. Ele au însă și alte utilizări practice, precum: baze sportive și de agrement (Ciric, Aroneanu, Ciurbești, Dorobanț), rezervor-tampon de apă potabilă și industrială (Chirița), irigații și pescuit (Reditu, Aroneanu, Ezăreni, Ciurbești).

2.3.2. Apele subterane

Apele subterane [2] sunt cantonate în general în pachetul granular de adâncime, nivelul acestora fiind situat la adâncimi cuprinse între 8 și 12 m, uneori chiar mai jos. În pachetul de suprafață, se întâlnește de cele mai multe ori o pânză freatică pasageră, alimentată fie din precipitații, fie din pierderile de apă din rețeaua orașului.

În zonele în care predomină la suprafață depozitele loessoide și mâlurile, apele freatice au debite bogate, ceea ce constituie adevărate rezerve pentru alimentarea râurilor în perioada scurgerii minime. Depozitele aluvionare de lunca au o permeabilitate mare, cu ape freatice bogate, favorizând o legătură hidrostatică foarte activă între acestea și apa din râuri. Adâncimea apelor freatice în depozitele de lunca este în general mică, până la 5 m. Amplitudinea nivelului hidrostatic poate atinge 2-3 m, în imediata apropiere a malurilor râurilor și scade către exteriorul luncii.

Apele subterane de adâncime, prinse în orizonturi acvifere adânci, între straturile impermeabile, au un caracter ascensional, artezian. Zona localității Iași se află la limita dintre doua regiuni: una cu ape subterane în formațiuni poroase unde se întâlnesc straturile acvifere locale sau discontinui (pietrișuri, nisip din șesuri aluvionare), iar cealaltă regiune este în general fără ape subterane dar cu posibile ape de adâncime captive (marne, argile nisipoase, nisipuri, gresii).

În substratul teritoriului studiat, sunt prezente cele doua mari categorii de ape subterane: captive cu sau fără presiune și libere.

- Apele captive sub presiune sunt situate la diverse adâncimi în depozite geologice vechi (siluriene, badeniene) sau mai noi (sarmațiene), au un bogat conținut în săruri dizolvate, unele cu caracter artezian și au fost interceptate prin foraje.

- Apele captive fără presiune, tot cu calități minerale, se găsesc în depozitele sarmațiene. Din această categorie sunt cunoscute apele sulfatate, sodice, magneziene de la Breazu (imediat la nord de Iași), exploatate și valorificate înainte de al doilea război mondial. Datorită colmatării și pierderii calităților, ele au fost abandonate astfel că, în prezent nu sunt valorificate. Alte ape minerale s-au întâlnit în teritoriul orașului (în Grădina Botanică) sau în împrejurimi: la Galata, în dealul Blănarului, în aval de satul Pietrăria.
- Apele subterane libere, includ straturile acvifere freatice, cuprinse în depozitele cuaternare din șesuri, glacisuri, terase, versanți și interfluvii.

2.4. Condiții seismice ale amplasamentului analizat

Conform reglementării tehnice “Cod de proiectare seismică–Partea 1-Prevederi de proiectare pentru clădiri” indicativ P100-1/2013 [3], zona de valori de vârf ale accelerației terenului pentru proiectare A_g , pentru evenimente seismice având intervalul mediu de recurență $IMR = 225$ ani și 20% probabilitatea de depășire în 50 de ani, pentru Iași $A_g = 0,25$ g. Condițiile locale de teren sunt descrise simplificat prin valorile perioadei de control (colț) T_C a spectrului de răspuns pentru zona amplasamentului considerat. Pentru zona studiată, perioada de colț are valoarea $T_c = 0.7$ sec.

Din punct de vedere seismic orașul Iași se află în zona de influență a cutremurelor de "tip moldavi" cu epicentrul în zona Vrancea. Documentele semnaleză [4] ca în decursul timpului s-au produs seisme cu intensități apreciabile în anii 1471, 1516, 1620, 1738, 1802, 1868, 1894, 1908. Două seisme, foarte puternice, soldate cu pierderi materiale s-au înregistrat la 10 noiembrie 1940 și 4 martie 1977, ambele cu magnitudini ce au depășit gradul 7 pe scara Richter. Menționăm, de asemenea și cutremurul din 30/31 august 1986, apreciat de gradul 7-8 pe scara Mercalli. Se pare că intensitatea și modul de manifestare ale cutremurelor nu au fost uniforme pe teritoriul orașului, probabil din cauza constituției diferențiate a depozitelor geologice de suprafață, ceea ce impune măsuri specifice de protecție seismică.

3. ZONE AFECTATE DE ALUNECĂRI DE TEREN ÎN MUNICIPIUL IAȘI

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 alunecărilor vechi,

fie prin apariția altora noi și au ca efect distrugerea și afectarea terenurilor agricole, locuințelor, anexelor gospodărești și căilor de comunicații.

Dintre cauzele majore de producere a alunecărilor de teren în municipiul Iași se pot enumera următoarele [5],[6], [7], [8], [9] :

- energia de relief a versanților, alcătuirea litosratigrafică a acestora;
- condițiile hidrogeologice, mobilarea versanților;
- pierderi de apă din rețelele utilitare;
- 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;
- terenurile contractile;
- 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.

În cadrul municipiului Iași, zonele care prezintă risc de instabilitate a terenului sunt:

- Zona 1 - Versantul Țicău–Sărărie
- Zona 2. - Versantul Tătărași–Oancea
- Zona 3. - Versantul Galata
- Zona 4. - Versantul Cetățuia
- Zona 5. - Versantul Copou-Aurora-Grădina Botanică
- Zona 6. - Versantul Bucium



Figura 2 - Evidențierea zonelor cu potențial de alunecare în cadrul Municipiului Iași

Pentru evaluarea probabilității de producere a alunecării unui versant trebuie ținut cont de următorii factori: litologici, geomorfologici, structurali, hidrologici, climatici, hidrogeologici, seismici, silvici și antropici [10].

4. CONCLUZII

În municipiul Iași, fenomenele de alunecare s-au 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 mp 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. Prin extinderea orașului și efectuarea lucrărilor haotice (infiltrații nedrenate), pânza freatică a orașului s-a apropiat la câțiva metri de suprafața terenului. Nu numai orașul Iași are probleme, ci întregul județ, de menționat fiind alunecările din zonele Bucium, Bârnova, Tomești, Comarna, Răducăneni.

O alunecare de teren este greu de identificat în fazele inițiale însă prin experiența practică specialistul poate recunoaște procesul de alunecare chiar și în primele etape de evoluție.

Bibliografie

1. Răileanu, P., Mușat, V., Țibichi, E., Alunecări de teren. Studiu și combatere, Casa de Editură VENUS, Iași, 2001.
2. Ionesi, L. (1985) Alcătuirea și evoluția geologică a județului Iași, Lucrările Seminarului Geografic “Dimitrie Cantemir”, Nr. 5, Iași.
3. P 100-/1-2013: “Cod de proiectare seismică – Partea 1 – Prevederi de proiectare pentru clădiri”
4. Informații publicate online pe site-ul oficial al Primăriei Iași: www.primaria-iasi.ro
5. Analiza de stabilitate a versanților – Zona Centrală Iași”; S.C. PROEXROM S.R.L. Iași; 2006
6. “Studiu de stabilitate unitar – zona centrală a municipiului Iași”; S.C. PROEXROM S.R.L. Iași; 2006.
7. “Studiu de stabilitate și fezabilitate versant Copou Est, inclusiv zona Țicău”; S.C. PROEXROM S.R.L. Iași; 2007.
8. “Studiu de microraiolare geotehnica municipiul Iași”; ARHITEXT INTELISOFT BUCURESTI; 1996.
9. “Urmărirea comportării în timp a versanților consolidați din municipiul Iași”; ICPROM Iași, 1990
10. GT019- Ghid de redactarea a hărților de risc la alunecare a versanților pentru asigurarea construcțiilor, 1998.

Costul calității și noncalității în construcții

Chirilă Georgiana-Cătălina

doctorand, Facultatea de Construcții și Instalații Iași, chirilageorgiana@yahoo.ro

Rezumat

Prezenta lucrare pune în evidență concepte legate de costurile calității și noncalității în construcții. Tot timpul există aceste costuri datorită eșecurilor și greșelilor, mai ales în industrie și afaceri. Costurile calității au un impact atât asupra performanței financiare, cât și pentru satisfacția clienților. Așa cum este descris în lucrare, există mai multe tipuri de costuri asociate calității, costuri ale eșecurilor externe, costuri ale eșecurilor interne, costuri de prevenire, costuri de evaluare. Evaluarea efectului costurilor calității asupra rezultatelor financiare este dificilă.

Cuvinte cheie: costul calității, performanță, cost de prevenire, cost de evaluare, costul eșecurilor externe, costul eșecurilor interne

1. INTRODUCERE

Din punct de vedere etimologic, cuvântul calitate provine din latinescul “qualitas”, care înseamnă „un fel de a fi”. Preocuparea pentru calitate a existat încă din antichitate, astfel că în anul 2150 î.H. Codul lui Hammourabi prevedea că: “dacă un zidar construiește o casă și ea se dărmă omorând ocupanții, zidarul va fi și el omorât.”

Calitatea construcțiilor, așa cum este definită în Legea nr. 10/ 1995, este rezultanta totalității performanțelor de comportare a acestora în exploatare, în scopul satisfacerii, pe întreaga durată de existență, a exigențelor utilizatorilor și colectivităților.

Costurile calității au fost definite, de-a lungul timpului, sub diferite forme.

Astfel, costurile calității reprezintă conform Organizației Europene pentru calitate (European Organization of Quality – EOQ) “ costurile pe care le implică măsurile întreprinse pentru prevenirea defectelor, evaluarea calității ca și eșecurile interne și externe”.

Lesser (1953, la cel de-al VII-lea Congres al Societății Americane pentru Controlul Calității), definește costurile calității ca reprezentând “costurile datorate rebuturilor, remanierelor, inspecțiilor, testelor, deficiențelor constatate de

cumpărător, asigurării calității, incluzând programe de instruire în domeniul calității, auditul calității produselor, controlul și analiza statistică.”

Societatea Germană pentru Sisteme de Management (Deutsche Gesellschaft für Managementsystemen) definește costurile calității ca reprezentând „costurile pe care le implică măsurile întreprinse pentru prevenirea defectărilor, evaluarea calității ca și defectările interne și externe”.

„Costurile referitoare la calitate (quality-related costs) reprezintă costurile pe care le implică asigurarea unei calități corespunzătoare și cele necesare pentru a da încredere, ca și pierderile cauzate de nerealizarea calității corespunzătoare” – definiție dată de standardul ISO 8402:1991.

2. CARACTERISTICILE NONCALITĂȚII

Noncalitatea se împarte în trei categorii:

- o neconformitățile – care reprezintă nesatisfacerea unor cerințe;
- o defectele – care reprezintă nesatisfacerea unor condiții de utilizare prevăzute;
- o defectările – incapacitatea unui produs de a îndeplini funcțiile cerute.

Costurile datorate noncalității reies din incapacitatea companiei de a efectua lucrări și produse care să satisfacă cerințele de calitate impuse. Identificarea cauzelor care au dus la generarea de costuri suplimentare și inutile permit conducerii să adopte cele mai accesibile și mai eficiente metode pentru eliminarea lor și creșterea rentabilității.

J.M. Juran definește costul de slabă calitate în următorul mod: “Costul de slabă calitate este pierderea monetară anuală de produse și procese care nu ating obiectivele de calitate. Acest tip de cost nu se limitează la calitate, dar este în mod esențial costul de deșeuri asociate cu performanțele slabe din procese”.

Costurile noncalității se clasifică în costurile defectărilor interioare și costurile defectărilor exterioare.

2.1. Costurile defectărilor interioare

Costurile defectărilor interioare sunt acele costuri care sunt identificate înainte de predarea produsului și care implică colectarea tuturor neconformităților descoperite.

Conform standardului SR ISO 3534-2:1996, termenul de neconformitate este asociat cu nerespectarea unor condiții specificate.

2.1.1. Clasificarea defectelor

Clasificarea defectelor se face după mai multe criterii:

- o în funcție de natură – funcționale și structurale, de aspect, de ambalaj;
- o după posibilitățile de măsurare – atributive sau măsurabile;
- o după importanță – defecte minore, defecte majore, defecte critice;
- o după efectul produs – remaniere sau rebutare;
- o după tipul apariției – defecte accidentale sau defecte sistematice.

2.1.2. Identificarea defectelor

Costurile de defectare internă sunt determinate de remedierea tuturor neconformităților descoperite înainte de predarea produsului sau serviciului către beneficiar. Câteva exemple de astfel de costuri sunt: deșeuri, refacerea testelor, rebuturile, depășirea bugetului, orele suplimentare destinate remedierii defectelor, întreruperi în funcționarea utilajelor, neutilizarea completă a capacității de producție, modificări în tehnologie, pierderi de licitații și furnizori, lucrări de intervenție în vederea corecțiilor și reparațiilor.

2.2. Costurile defectărilor exterioare

Costurile defectărilor exterioare se referă la costurile pe care le implică corectarea neconformităților, descoperite după livrarea sau predarea produsului/lucrării către beneficiar.

În această categorie se înscriu următoarele tipuri de acțiuni: reclamațiile clienților (trebuie făcute expertize, teste), returnarea de produse (costuri generate de transport, recepție, depozitare, etc.), despăgubiri, penalizări, asigurarea întreținerii pe perioada garanției.

3. COSTURILE CALITĂȚII

Costurile calității reprezintă un factor competitiv pentru firmele de construcții, iar analiza lor are un rol foarte important. Costurile de calitate sunt cele efectuate în plus față de cele care ar fi fost suportate dacă produsul sau serviciul ar fi fost realizat corect de prima dată: acest punct de vedere este deținut de adepții ai

filozofiei Managementul Total al Calității (TQM). Costurile includ nu numai costurile directe ci și costurile rezultate de la clienții pierduți, cota de piață scăzută și multe costuri ascunse, iar oportunitățile pentru compensarea pierderilor nu sunt identificate prin sistemele moderne de contabilitate. În figura 1, se prezintă o clasificare detaliată a costurilor calității.

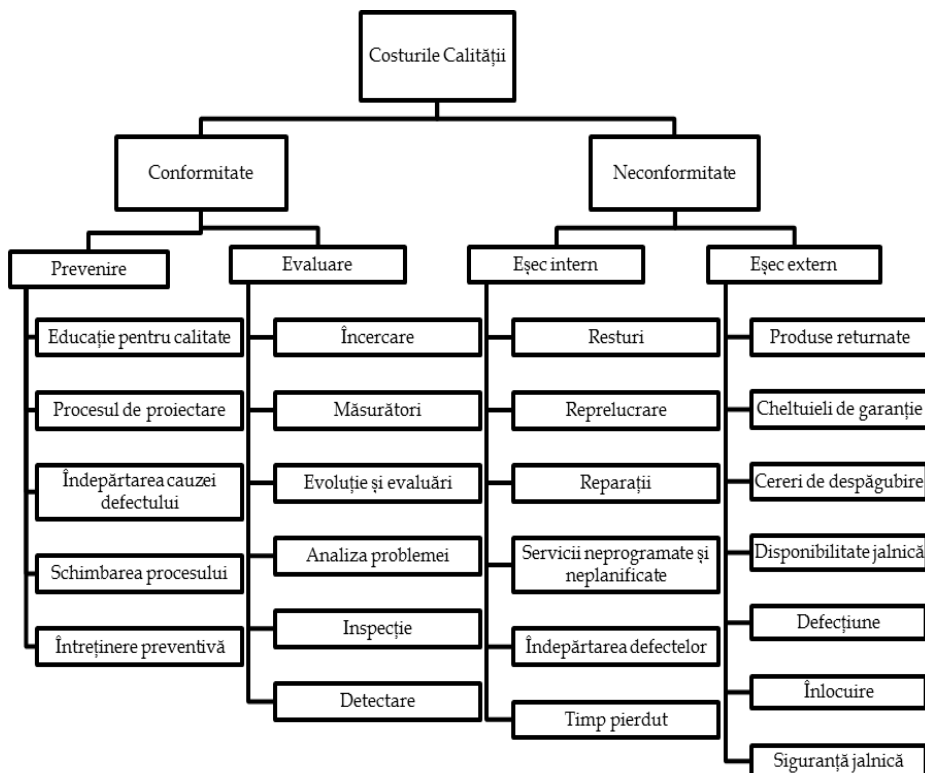


Fig. 1. Detalierea costurilor calității

3.1. Costurile de prevenire

Costurile de prevenire reprezintă acele costuri datorate oricărei activități întreprinse pentru a investiga, a preveni sau a reduce defectele, erorile, practic orice activitate care face produsul să nu respecte specificațiile inițiale. În general, aceste costuri sunt considerate investiții, având drept scop identificarea și controlarea cauzelor defectelor de calitate și a altor neconformități.

Câteva exemple de elemente de costuri de prevenire: implementarea unui sistem de management al calității (manualul calității, procedurile documentare etc.), instruirea personalului în domeniul calității, evaluarea furnizorilor, analiza comparativă din punct de vedere al calității cu cea a organizațiilor concurente.

3.2. Costurile de evaluare

Acestea sunt costurile suportate pentru a determina gradul de conformitate a cerințelor de calitate. Costurile de evaluare sunt costuri de investiții și cuprind costurile cu personalul și cu suportul tehnic aferent pentru verificarea calității.

În categoria costurilor de evaluare se înscriu următoarele elemente: recepția produselor finite, testele de laborator, inspecțiile și încercările materialelor, produselor achiziționate, revizuirea proiectului, probe în teren, inspecție.

3.3. Structura optimă a costurilor calității

Modelul propus de J.M. Juran, prezentat în figura 2, situează cele trei tipuri de costuri funcție de procentajul perfecțiunii (reprezentat pe abscisă) și costul pentru calitate (reprezentat pe ordonata graficului).

De asemenea, acesta definește trei zone de calitate în raport cu punctul de costuri minime totale de calitate. “Zona îmbunătățirilor” se situează în stânga nivelului optim de calitate, în timp ce “zona de perfecționare” se află în dreapta ei. Între acestea se află “zona de indiferență”. Mai mult, modelul identifică limita zonei de perfecționism ca fiind situată, de obicei, la un nivel de calitate în care costul eșecului este 40 la sută din costul total al calității.

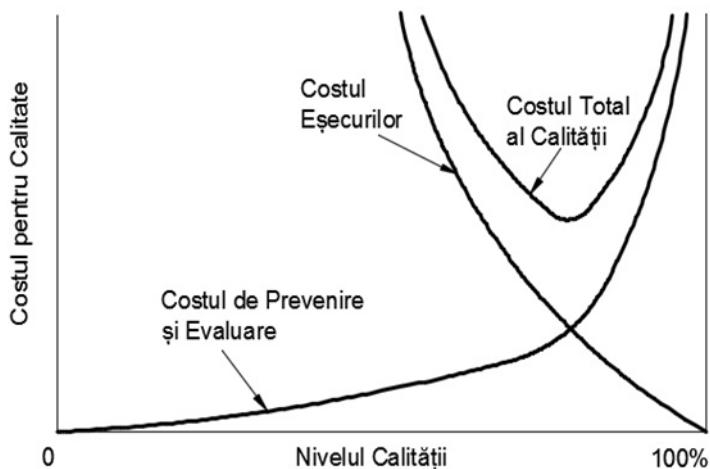


Fig.2 Structura optimă a costului calității

4. CONCLUZII ȘI DEZVOLTĂRI ULTERIOARE

Costul calității este un indicator care exprimă eforturile făcute pentru îmbunătățirea și menținerea unui nivel de calitate optim. Dacă aceste costuri nu se cunosc, este imposibil de analizat pierderile cauzate de calitatea slabă, iar măsurile care trebuiesc luate pentru îmbunătățirea calității nu se pot identifica.

Calitatea trebuie obținută numai în condiții de eficiență. Problema gestiunii calității este stabilirea unui raport optim între calitate și costuri.

Baza adoptării multor decizii și motivația activităților întreprinse de firme presupune cunoașterea nivelului costurilor calității comparativ cu costurile totale ale activității, cât și cu alte categorii de costuri.

Bibliografie

1. Joseph M. Juran, Juran's Quality Handbook, Fifth Edition, McGraw-Hill Education, 2000.
2. Vishal Vasant Waje, Cost of poor Quality in Construction, IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering.
3. P. Crosby, Quality is Free, New York, McGraw-Hill. 1979.
4. Olaru M., Managementul calității, Academia de Studii Economice din București

Necesitatea urmăririi comportării în timp a construcțiilor

Costea Valeria (Enache)

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

REZUMAT

Se prezintă necesitatea efectuării de către proprietarii construcțiilor, activității de urmărire a comportării în timp necesară menținerii pe toată durata de viață a aptitudinilor de utilizare pentru care a fost realizată.

Cuvinte cheie: construcții, urmărire comportare în exploatare, in situ, factori

1. INTRODUCERE

Viața noastră se desfășoară din cele mai vechi timpuri în interdependență cu construcțiile. Suntem înconjurați de creațiile noastre, am devenit dependenți de acestea. Cu cât evoluția umană s-a aflat pe o treaptă mai înaltă de dezvoltare socială cu atât construcțiile au fost realizate corespunzător noilor necesități, fiind create în urma unor studii din ce în ce mai elaborate.

Omul a fost preocupat permanent în evoluția cercetării în construcții de găsirea unor formule, combinații între sisteme constructive și materialele utilizate care să asigure construcțiilor realizate durabilitate, soliditate.

Totuși construcțiile nu sunt indestructibile, ele se supun degradărilor în timp. Alături de modul de exploatare al lor, factorii de mediu cu care interacționează pe durata existenței acestora crează mediul în care construcțiile se degradează, unele mai lent, altele mai rapid, altele putând ajunge la colaps, accidental, fără o intervenție excepțională.

De asemenea, se constată faptul că, în perioada recentă, contemporană, impactul factorilor agresivi asupra construcțiilor produce efecte mult mai defavorabile decât în perioadele istorice anterioare.

Profesioniștii, specialiștii, cercetătorii sau persoanele interesate în păstrarea pentru o cât mai lungă durată a aptitudinilor de utilizare a construcțiilor au constatat că identificarea cauzelor ce produc degradările elementelor constructive, fenomenele fizice, chimice, biologice care se produc în timpul exploatării, găsirea rapidă și la

timp a măsurilor de prevenire sau remediere a defectelor apărute nu se poate realiza decât prin monitorizarea, urmărirea, supravegherea, observarea, compotării în timp, in situ a construcției, de către un ochi avizat de specialist.

Urmărirea comportării în timp a construcțiilor este o activitate obligatorie în sprijinul ideii de păstrare a fondului construit, pe baza căreia să obținem setul de informații minime necesare asigurării ansamblului de condiții pe care trebuie să le îndeplinească o construcție pentru a oferi în perioada de exploatare, siguranță, confort, condiții de sănătate, economie de energie.

2. ISTORICUL DEZVOLTĂRII CONSTRUCȚIILOR

În acest capitol am propus o incursiune modestă în dinamica construcțiilor, atât în zona geografică a României cât și în alte zone ale globului.

Dinamica fiind ca urmare a dezvoltării conștiinței umane în timp.



Fig.1. Stonehenge

Stonehenge este, probabil, cel mai important monument preistoric din Anglia. Nu se cunoaște exact când a fost construit sau de către cine. O teorie destul de cunoscută a avansat ipoteza că ar fi fost construit de druizi, o populație existentă în Anglia înainte de cucerirea romană.



Fig.2. Amfiteatrul roman de la Aspendos

Amfiteatrul roman de la Aspendos cu un diametru de 96 metri a fost construit la comanda împăratului Marcus Aurelius, găzduind spectacole cu lei și gladiatori la care puteau asista peste 7.000 de oameni. Monumentul vechi de 19 secole are o acustică de invidiat, fiind de altfel folosit și în zilele noastre pentru diferite spectacole. În apropiere se află Basilica și viaductele romane, cu o lungime totală de 15 kilometri.



Fig. 3. „Casa cu blazoane“

„**Casa cu blazoane**“ a fost ridicată la mijlocul secolului al XVIII-lea și refăcută în 1823. Clădirea a fost ridicată de moșnenii izbășoi, țărani liberi, deținători de moșii întinse, stăpânite în devălmășie, ipostază socială nemaîntâlnită în nici o altă țară din Europa, după cum apreciază experții din UAR.



Fig.4. Combinatul Poligrafic „Casa Scînteii I. V. Stalin”

Combinatul Poligrafic „Casa Scânteii I. V. Stalin”(Casa Presei Libere) a fost construit între anii 1949 (unele surse citează anul 1950) și 1956 de o echipă de arhitecți în frunte cu Horia Maicu. Complexul se întinde pe 136 000 metri pătrați și este alcătuit dintr-un corp central (13 etaje și 85 m înălțime) și 4 corpuri laterale, mici de înălțime. Corpurile comunică bine între ele și, per ansamblu, complexul are o funcționalitate sporită.



Fig.5. Casa Poporului

Casa Poporului a fost construită în cadrul proiectului București, început în anul 1978, ca o replică a orașului stat Phenian din Coreea de Nord. După cutremurul din 1977, Nicolae Ceaușescu a ordonat "reconstruirea" Bucureștiului ca un nou oraș, un stat în stat, așa că, începând cu anii 1978-79, a avut loc concursul la nivel național pentru reconstruirea Bucureștiului. După un concurs ce a durat aproape 4 ani, arhitecta Anca Petrescu a câștigat postul de arhitect șef al celui mai controversat proiect construit până acum în România.



Fig.6. Podul Calafat –Vidin

Podul Calafat –Vidin: Tehnologia folosită pentru construcția podului, numită de experți „spate de cămilă”, este una ultramodernă. Ea permite economisirea materialelor de construcție și asigură o mare rezistență seismică. Principiul care stă la baza acestei tehnologii se aseamănă cu cel al desagilor prinși pe șeile fixate între cocoșele unei cămile: orice greutate în desagul dintr-o parte este echilibrată printr-o contragreutate în desagul din cealaltă parte. Konstantin Jiponov, responsabilul adjunct de proiect al Ministerului Transporturilor din Bulgaria, a declarat că podul va fi unic în întreaga Uniune Europeană și incomparabil mai ieftin decât dacă s-ar folosi orice altă tehnologie de construcție. Potrivit domnului Jiponov, această tehnologie este extrem de populară în Japonia.



Fig.7. Construcții înalte Dubai

Construcții înalte Dubai: prin faima celor mai spectaculoase construcții din lume, Emiratul, care este cunoscut pentru proiectele sale ce doboară recordurile, va ocupa primele cinci locuri și șapte poziții din top 10 al celor mai înalte clădiri rezidențiale, odată cu inaugurarea noului val de turnuri din zona Dubai Marina.



Fig.8. Turnul răsucit ”Torso,,

Turnul răsucit ”Torso,, este o clădire răsucită - un reper nu departe de orașul Malmo, în sudul Suediei. El a schimbat profilul orașului și a devenit, de asemenea, un loc popular pentru a fi vizitat, atât pentru cetățenii locali, cât și pentru turiști. Este o clădire care îi face pe oameni să reacționeze în moduri diferite. Este ușor să fii impresionat și uimit când te uiți la această neobișnuită structură.

3. NECESITATEA URMĂRIRII ÎN TIMP A CONSTRUCȚIILOR

Construcțiile au reprezentat dintotdeauna stadiul de dezvoltare, de cultură, de civilizație al unui popor. Ele au fost făurite fie de meșteri populari fie de anonimi care au ridicat adăposturi pentru sine și familiile lor.

Odată cu trecerea timpului, construcțiile au fost făurite de meșteri specializați “la locul de muncă”, fără a avea la dispoziție schițe sau planuri ci doar propria imaginație.

Progresele realizate de omenire au condus la perfecționarea uneltelor. Mai întâi cele de vânătoare apoi cele agricole. Au fost introduse astfel în viața omului materiale de construcție diferite, mai rezistente, cum ar fi lemnul, chirpicii, piatra, etc.

Arheologii ruși au descoperit o locuință veche de 14000 de ani confecționată din piei de animale întinse pe un cadru de oase de mamut. Casa, în forma de con, avea o gaură în vârf pentru evacuarea fumului. Funcția clădirilor era similară în toate culturile, inițial răspunzând nevoilor de adăpost și vatră. Materialele folosite erau însă altele. În timp ce în Mesopotania se ridicau locuințe din chirpici, în Europa se construiau case din lemn, înzestrate cu acoperișuri.

Dezvoltarea comunităților, apariția conducătorilor acestora, nevoia de apărare au condus în timp la realizarea de construcții cu altă destinație decât cea inițială de adăpost. Au apărut palatele, fortărețele, mormintele regilor, căile de comunicații. Putem vorbi astfel de “arkhitektkon” la greci și “architectus” sau “magistri” la romani. Aceștia au fost primii mari constructori ai antichității. Dobândind în timp specializări multiple, aceștia au înființat școli de arhitectură care până în secolul XVII au inclus și specializări ingineresti.

Construcțiile se remarcă prin masivitate, ocupau suprafețe întinse de teren; populația globului fiind redusă numeric nu se pune problema economiei de spațiu sau a clădirilor multietajate.

Marile construcții ale istoriei au devenit în timp celebre prin vechimea lor sau prin valoarea istorică referitor la evenimentul pe care îl simbolizează sau prin valoarea

lor arhitectonică. Construcțiile au apărut dintotdeauna ca o componenta principală a istoriei, culturii și civilizației unui popor, în timp și spațiu.

Selectarea clădirilor care au primit încă din vechime avantajul conservării sau restaurării a fost făcută după monumentalitatea sa, după bogăția decorațiunilor, memoria unei civilizații dispărute sau pe cale de dispariție, frumusețea formelor arhitecturale. Se includ aici și lucrările ingineresti de artă: poduri, viaducte, tuneluri.

O mare parte însă din construcțiile monumentale au avut în timp de suferit atât datorită factorului timp cât și factorului OM. S-au conservat mai puțin ori s-au exploatat defectuos.

La finalul acestei sumare incursiuni în istoria construcțiilor am introdus voluntar două noțiuni pe care le voi detalia : “comportare în timp” și “exploatare”.

În ceea ce privește evoluția fenomenului arhitectonic românesc, aplicarea criteriilor enunțate anterior ne conduce la un număr impresionant de construcții, aparținând atât arhitecturii culte cât și celei populare, care compun fondul monumental românesc.

Construcțiile din cadrul acestui fond, aparținând în timp unor programe politice de conservare/restaurare au fost salvate și fac astfel cartea de vizită culturală românească.

Cu siguranță, activitatea actuală a politicienilor și a specialiștilor în construcții, arhitectură, monumente, trebuie să țină seama de toată această diversitate, de tot ce s-a construit anterior, de valoarea acestui fond, reprezentativitatea sa în contextul cultural European și mondial.

Construcțiile sunt produse materiale care sunt amplasate pe terenuri ocupând un loc bine definit atât în spațiu cât și în timp, pe toată durata existenței lor acestea aflându-se continuu în interacțiune cu mediul înconjurător, cu propria structură și fiind supuse continuu unor transformări. Prin răspunsul pe care îl oferă construcția la interacțiunile suferite în perioada de viață se poate defini ”comportarea in situ “ a construcției.

Progresul culturii și al civilizației a condus la o diversificare a construcțiilor după destinația pe care o au – clădiri de locuit, clădiri social culturale, construcții hidrotehnice, construcții industriale etc. Fiecare din aceste categorii impun respectarea unor cerințe specifice. Aceste cerințe sunt într-o continuă diversificare și specializare. În realizarea acestor cerințe prin proiectare se depun eforturi și în permanență se actualizează normele de proiectare în acord cu toți factorii dinamici,

atât cei naturali (din modificarea condițiilor de climă, mediu, radiații dăunătoare) cât și cei umani izvorâți din mediul tehnologic creat în jurul omului.

Pornind de la costurile ce implică realizarea unei construcții, în acord cu dorința justificată de preservare a fondului construit, de menținere și refacere a aptitudinilor pentru exploatare, în vederea prelungirii duratei de serviciu a construcțiilor de orice fel și finalizând cu cercetarea științifică de specialitate, furnizarea de informații către toți factorii implicați în conceperea, realizarea, exploatarea construcțiilor, putem defini activitatea de urmărire a comportării în timp, in situ, pe locul de edificare, pe durata existenței construcției, ca o activitate obligatorie și de mare importanță în cadrul efortului general de îmbunătățire a calității construcțiilor, a calității activității și a vieții omului.

Urmărirea comportării în timp a construcțiilor, decriptarea profesională a informațiilor ce sunt oferite de fenomenele sub care se manifestă interacțiunea acestora cu mediul ambient, stabilește deopotrivă nevoile acestora de a i se îmbunătăți performanțele de exploatare pentru a se aduce la cele inițiale stabilite prin proiectare, cât și modul de manifestare a construcției, la stimulii conținuți în mediul ambiant sau la cei interni din exploatare.

Activitatea de urmărire a comportării în timp a construcțiilor vine ca urmare a nevoii de cunoaștere a omului, ca urmare a nevoii societății de a stabili un management în evoluția pieții construcțiilor din România, a stabili la nivel bugetar național un efort minim necesar în menținerea aptitudinilor de funcționare a clădirilor unde își desfășoară activitatea aparatul uman al societății.

La clădirile precum școlile grădinițele, spitalele, este obligatorie cunoașterea stării lor tehnice în permanență, gradul de menținere a performanțelor pentru care au fost realizate, pentru a se putea interveni la timp cu lucrările necesare, pentru a proteja activitatea ce se desfășoară în interiorul lor, pentru a nu se produce accidente, pierderi de vieți omenești.

O urmărire sistematică ar trebui să țină seama de faptul că modul de reacție al construcțiilor se datorează interacțiunii dintre aceasta și stimuli mediului înconjurător; astfel o observare-urmărire a acestora trebuie să se facă atât asupra construcției cât și asupra factorilor de mediu.

Modalitatea reală de urmărire a comportării construcțiilor pe durata de viață se bazează în primul rând pe observarea senzorială a specialistului desemnat: văz, auz, miros, pipăit, dar în primul rând pe văz. Se înțelege că specialistul desemnat să facă această activitate trebuie să cunoască temeinic parametrii clădirii, detaliile de proiectare, modul de exploatare a clădirii precum și intervențiile față de proiectul inițial pe care le-a suferit clădirea. El trebuie să dispună de mijloace simple care să îi faciliteze activitatea (scări, lanterne, rulete ș.a.)

Ceea ce s-a descris anterior se încadrează la activitatea de **“urmărire curentă”**, obligație ce revine direct proprietarului acesteia și are la bază instrucțiunile proiectantului clădirii.

Trebuie evidențiat faptul că în unele cazuri aceste observări nu sunt suficiente luând în considerare categoria de importanță a clădirii, nivelul de înălțime, caracteristicile geotehnice și hidrologice ale terenului pe care este amplasată construcția. (de ex. baraje, centrale nucleare, structuri multietajate sau foarte înalte, coșuri de fum etc). În aceste cazuri urmărirea comportării se realizează cu mijloace tehnice specializate, de către persoane fizice sau juridice competente care au obținut o atestare în domeniul **“urmăririi speciale”** a construcțiilor. Acest tip de activitate are la bază un proiect elaborat de proiectanți specialiști și are ca scop ținerea sub observație a unor fenomene periculoase pentru exploatare.

Reglementarea acestei activități a apărut odată cu modernizarea legislației în construcții și apariția legii calității în construcții. Prin Legea 10/1995 privind calitatea în construcții se definesc “cerințele esențiale” obligatorii pentru obținerea unor construcții de calitate corespunzătoare și menținerea pe toată durata de existență a acestora. Aceste cerințe sunt:”a) rezistență și stabilitate; b) siguranță în exploatare; c) siguranță la foc; d) igienă, sănătatea oamenilor, refacerea și protecția mediului; e) izolație termică, hidrofugă și economie de energie; f) protecție împotriva zgomotului.”

Tot Legea 10/1995 definește sistemul calității în construcții ca fiind: “ansamblul de structuri organizatorice, responsabilități, regulamente, proceduri și mijloace, care concură la realizarea calității construcțiilor în toate etapele de concepere, realizare, exploatare și postutilizare a acestora. “Un element principal al sistemului calității este ”comportarea în exploatare și intervenții în timp a construcțiilor”.

În cadrul Legii se stabilesc măsuri clare precum și sancțiuni dure în ceea ce privește obligativitatea organizării la nivelul proprietarilor a activității de urmărire a comportării în timp.

Cadrul tehnic de realizare a acestei activități este asigurat printre altele de Norma Tehnică “P130” din anul 1999.

“Certitudinea exploatării normale, fără pericole, poate fi obținută printr-un control experimental asupra modului de comportare sub încărcări a construcției respective și printr-o sistematică urmărire în timp a deplasărilor și deformațiilor acesteia sau ale elementelor componente ale construcției. Modificarea ulterioară a condițiilor de echilibru poate antrena distrugerea parțială sau totală a construcției, poate provoca pagube materiale foarte mari și chiar pierderi de vieți omenești.

Pe baza rezultatelor obținute de-a lungul vremii în exploatarea construcțiilor, în cadrul unor studii și cercetări de laborator și de teren, precum și pe baza unor

informații obținute în urma distrugerii unor construcții, se pot sintetiza o serie de cauze mai frecvente ale deplasărilor și deformațiilor ce pot fi structurate în cauze generale și cauze particulare. Cauzele generale sunt legate de specificul condițiilor geotehnice și hidrogeologice” (ing. N. Fântânu & dr.ing. Felician Eduard Ioan Hann).

O problemă majoră identificată în toate structurile administrative de la noi din țară dar și din alte țări europene este cea a neconștientizării necesității promovării și finanțării activității de monitorizare a comportării în timp a construcțiilor. Ar trebui ca respectul pentru construcții, elemente atât de utile vieții, cât și respectul față de cetățeni, să determine autoritățile în a găsi mijloace și resurse pentru a desfășura această activitate într-o formă reglementată, ca o meserie/activitate recunoscută.

„Nu este de înțeles dezinteresul și nepăsarea pentru protecția construcțiilor de care ne folosim zi de zi fără milă și fără regrete. Nu este de mirare că acestea uneori se răzbuna pe neglijența noastră și asistăm la incidente și accidente ce ar fi putut fi prevenite sau evitate prin intervenții de mentenanță făcute la timp ca urmare a urmării comportării lor” (Hann Felician, Comportarea în situ a construcțiilor și aptitudinea lor pentru exploatare).

În încheiere se prezintă două exemple care ilustrează două cazuri în care autoritățile și populația au fost surprinse de prăbușirea imobilelor multietajate din Brazilia, fără ca acest lucru să fi fost anticipat sau preântâmpinat și asta din cauza lipsei monitorizării comportării acelor clădiri.

„Trei imobile s-au prăbușit, unul de aproximativ 20 de etaje, unul de zece, dar și unul mai mic de trei sau patru etaje care se afla între cele două”, a declarat la fața locului primarul din Rio de Janeiro Eduardo Paes - 2012. (figura 9 și figura 10)



Fig. 9.

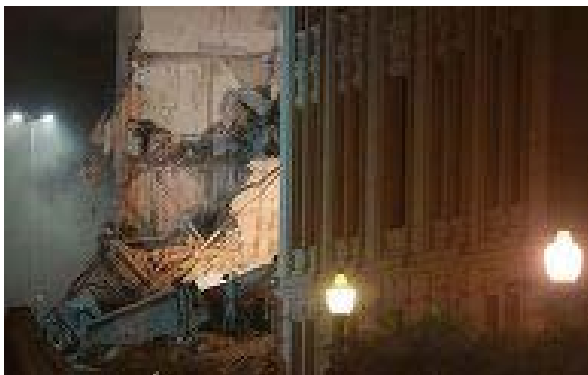


Fig.10.

În anul 2013, un bloc de cinci etaje s-a prăbușit la Sao Paolo, în timp ce la acesta se efectuau lucrări de renovare. Din fericire, la momentul producerii accidentului toți cei 13 muncitori lucrau în exteriorul blocului și nu au avut de suferit. (figura 11)



Fig.11.

Bibliografie:

1. Balan Șt., Arcan M., (ed.) Încercarea construcțiilor, Editura Tehnică, București, 1965.
2. Balan Șt., Arcan M., (ed.) Essai des constructions, Meridiane-Eyrolles, București-Paris, 1972.
3. Hann F.E.I., Problemele încercării construcțiilor in situ În: Standardizarea, 24, nr. 6, București, iunie 1972.
4. Hann F.E.I., Raport anual al Comisiei Naționale de comportare in situ al construcțiilor-2004 București.
5. Constantinescu D.T., Construcții Monumentale, Editura Științifică și Enciclopedică, București 1989
6. Legea 10/1995 privind calitatea în construcții

Dezastre naturale în lume și în România

Dinu Ionel Daniel ¹

¹doctorand, Facultatea de Construcții și Instalații Iași, dinurutiera2012@gmail.com

Rezumat:

Natura își cere anual victimele prin diferite dezastre naturale. Harta lunii este împărțită în zone cu risc scăzut, mediu sau ridicat în funcție de frecvența acestor calamități și de gravitatea lor. Hărțile deja existente contribuie la măsuri de prevenire și reducere a numărului victimelor, dar uneori nici acestea nu sunt suficiente.

Articolul de față își propune să prezinte vulnerabilitatea la dezastre la nivel mondial, dar și o parte din catastrofele care au zguduit lumea de-a lungul timpului. Sunt prezentate câteva din cele mai dezastruoase cutremure, perioade de secetă, respectiv inundații.

Articolul se încheie cu o discuție despre stadiul hazardului în România cu privire la dezastrele care pot afecta această regiune și gravitatea celor care au fost în trecut, din 1900 până în prezent.

Cuvinte cheie: dezastre naturale, cutremur, inundații, secetă, hazard, România

1. DEZASTRELE NATURALE – GENERALITĂȚI

Baza de date EM-DAT conține o listă de peste 19500 dezastre naturale din întreaga lume care au avut loc după 1900 și au afectat într-un mod semnificativ persoanele implicate. Informațiile au surse diferite cum ar fi agenții ale Națiunilor Unite, organizații neguvernamentale, companii de asigurare, institute de cercetare. Obiectul principal al acestei baze de date este de a sprijini acțiunile umanitare care se desfășoară atât la nivel național, dar și internațional, în vederea optimizării măsurilor post dezastru și stabilirea priorităților și vulnerabilităților în caz de dezastru.

Figura 1 reprezintă harta lumii în funcție de numărul dezastrelor naturale din perioada 1976-2005. Culoarea roșie reprezintă zone în care numărul dezastrelor naturale depășește o frecvență de 129. Deși este greu de observat, țările cu un hazard ridicat, sunt în realitate mici insule, precum: Vanuata, insulele Turks și Caicos, Belize, dar sunt și unele țări mai mari care fac parte din această categorie – Somalia, Afganistan, Chile, etc.

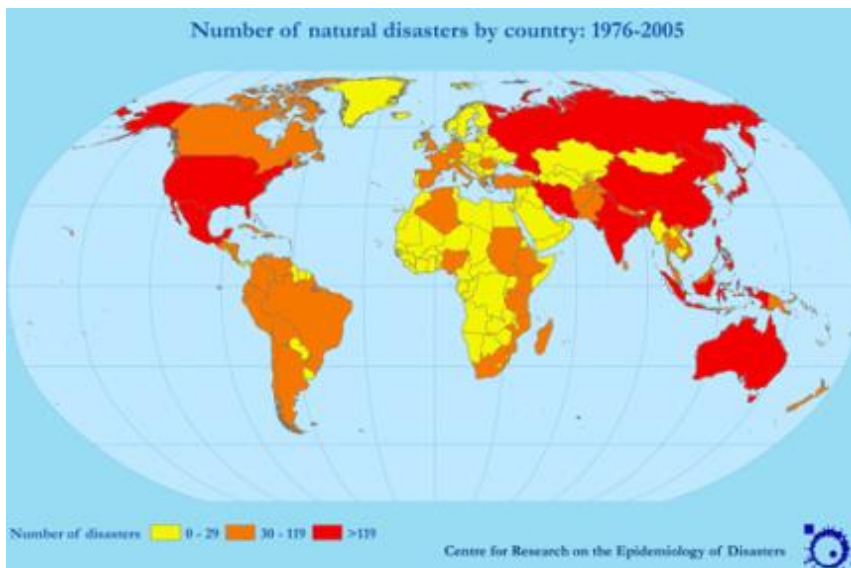


Figura 1. Repartiția funcție de frecvența dezastrului în lume

Termeni precum vulnerabilitate, risc, hazard, rezilient, rezistență sunt adesea asociați cu managementul dezastrului, deși nu au încă definiții acceptate la nivel universal.

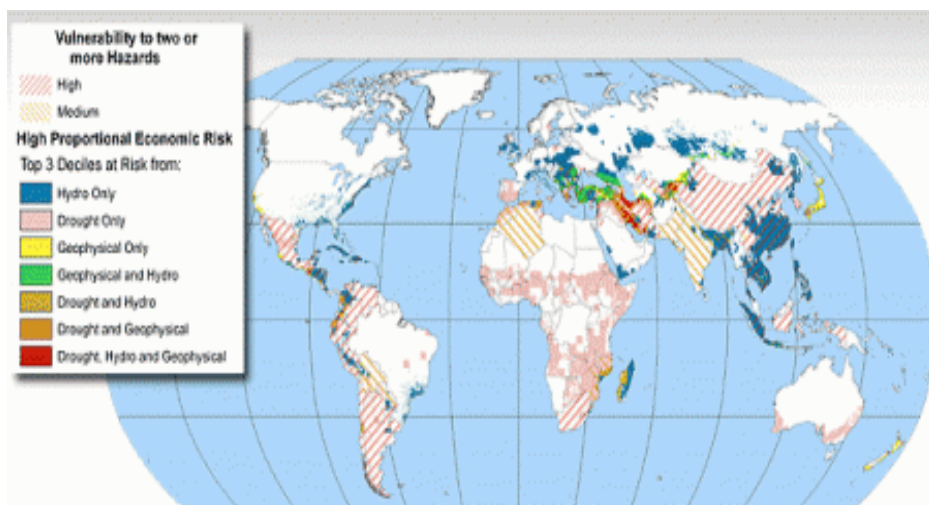


Figura 2. Repartiția în funcție de tipul dezastrului pe glob

Figura 2 prezintă zonele cu riscul cel mai ridicat, pe care Banca Mondială le recomandă ca și model la nivel de metodologie pentru prevenirea și luarea deciziilor cele mai eficiente în cazul unor dezaastre naturale. Harta evidențiază de

asemenea și dezastrul natural preponderant pe fiecare zonă vulnerabilă – inundații pe coasta de est a Americii de Nord, respectiv sud-estul Asiei sau secetă cu inundații și fenomene geologice în Orientul Mijlociu, sunt doar câteva exemple.

Obiectivul principal al documentelor și legilor în vigoare este de a pregăti populația, de a reduce vulnerabilitatea fiecărei locații în vederea reducerii pagubelor post dezastru.

După cum se poate observa și din Figura 2, dezastrele naturale sunt împărțite în patru mari grupe: cosmice, geologice, hidro-meteorologice și biologice. În capitolele următoare sunt prezentate câteva din cele mai grave dezastre naturale produse de-a lungul timpului, cât și particularități privind acest subiect pentru teritoriul României.

2. CELE MAI ȘOCANTE DEZASTRE NATURALE ÎN LUME

Dintre cutremurele care au zguduit lumea de-a lungul timpului sunt: China (1976), cutremurul din oceanul Indian (2004), Pakistan (2005), Haiti (2010), Noua Zeelandă (2011) și Japonia (2011).

Marele cutremur de la Tangshan, China din 28 iulie 1976, a fost considerat cel mai devastator cutremur al secolului XX, producând peste 240000 morți și 164000 răniți, zguduind China comunistă, Figura 3.

Pe 26 decembrie 2004, a avut loc un cutremur cu magnitudinea de 9,15 pe scara Richter în zona Sumatra-Andaman. Cutremurul care a durat aproximativ 10 secunde, a produs un val tsunami care a ucis aproape 310000 de oameni pe coastele Indoneziei, Insulei Sri Lanka, Sudul Indiei și Thailanda, Figura 3.



Figura 3. Imagini după cutremur: China (1976), Oceanul Indian (2004), Pakistan (2005) (de la stânga la dreapta)

Cutremurul produs pe 8 octombrie 2005 în Pakistan, cu o magnitudine de 7,6 pe scara Richter, a avut epicentrul la Kashmir și a produs un număr de 75000 de morți și aproximativ 106000 răniți. Numărul mare al pagubelor a fost produs din cauza

neconformității seismice a construcțiilor, fiind necesare ajutoare în valoare de 5,4 miliarde dolari pentru măsurile post dezastru, Figura 3.

Cutremurul din Haiti, din 12 ianuarie 2010, cu o magnitudine de 7,0 grade pe scara Richter, cu epicentrul la Port-Au-Prince, a avut 59 de replici cu magnitudine între 4,2-5,9 pe scara Richter, Figura 4. Acesta a evidențiat necesitatea adoptării unor reglementări seismice pentru proiectarea construcțiilor, întrucât a condus la un număr de peste 200000 de morți și 3 milioane de oameni afectați de acest eveniment. Ajutoare în valoare totală de peste 300 milioane dolari au fost necesare pentru restabilirea ordinii post dezastru.

La mai puțin de 6 luni de la cutremurul din Darfield din 4 septembrie 2010 cu o magnitudine de 7,1 grade pe scara Richter, care nu a dus la pagube semnificative, s-a produs pe data de 22 februarie 2011, la Christchurch, un cutremur cu o magnitudine de 6,3 pe scara Richter, care a fost desemnat al doilea ca număr de victime din Noua Zeelandă (185 morți, 238 dați dispăruți și 164 răniți). Au fost afectate în principal clădiri vechi din zidărie, dar s-a produs de asemenea și prăbușirea unor clădiri noi cum este cea a Televiziunii Locale, care a provocat cele mai multe victime, Figura 4. Lichefierea terenului, produsă ca efect secundar al acestui cutremur, a reprezentat un alt factor care a dus la creșterea pagubelor înregistrate, care au fost estimate la un total de 16 miliarde de dolari.



Figura 4. Imagini după cutremur: Haiti (2010), Noua Zeelandă (2011), Japonia (2011) (de la stanga la dreapta)

Cel mai puternic cutremur înregistrat în Japonia până în prezent, cu o magnitudine de 9 grade pe scara Richter s-a produs pe 11 martie 2011, Figura 4. Accelații puternice ale terenului au fost înregistrate în prefecturile din Miyagi, Iwate, Fukushima și Ibaraki la estul cărora s-a produs o alunecare enormă a faliei. Cercetări inițiale asupra dimensiunilor acestei alunecări au evidențiat că diferența între două puncte situate pe părți opuse ale faliei a atins 30 m. Deplasarea maximă a terenului a depășit 100 cm în zona Sendai și 50 cm în zona de la Tohoku la Kanto. A produs aproximativ 15 milioane de morți și răniți, peste 250000 de clădiri afectate și a fost aproape de a produce un dezastru nuclear, afectând reactoarele de la centrala din Fukushima (Takewaki 2011), (<http://hubpages.com/hub/the-2011-tohoku-earthquake-in-northeast-honshu-japan>).

O altă calamitate naturală se referă la inundații. De-a lungul timpului sunt câteva mai semnificative, și anume: cea produsă de râul Galben (septembrie 1887), cea din central Chinei din 1931 produsă de râul Yanhtze, Coreea de Nord (1994-1998), Mozambique (2000) și Jammu și Kashmir (2014).

Inundația din 1887 a afectat 11 mari orașe din China, lăsând milioane de oameni fără adăpost. Inundația s-a întins pe 50000 mile² și a dus la un număr de aproximativ 2 milioane de morți. O altă situația similară care a zguduit lumea se referă la inundațiile din iulie până în august 1931 care au produs 3,7 milioane de morți și au afectat un sfert din populația Chinei, conform Administrației Naționale a Oceanelor, Figura 5.

Combinarea unor probleme politice cu dezastrele naturale au dus la peste 3 milioane de morți în Coreea de Nord în perioada 1995-1998. Inundarea terenurilor arabile au dus la rationarea hranei și în final la înfometarea populației rurale, Figura 5.

Ploile torențiale care au durat 5 săptămâni au produs inundații din februarie până în martie 2000 în Mozambique, afectând 1400 km² și înregistrându-se un număr de 800 de morți, Figura 5.

În septembrie 2014 inundațiile care au avut loc în Jammu și Kashmir au ucis 282 de oameni. Drumurile au fost transformate în canale stagnante presărate cu epave, gunoi și animale moarte.



Figura 5. Imagini în timpul inundațiilor din: China (1931), Coreea de nord (1995-1998), Mozambique (2000) (de la stanga la dreapta)

La capătul opus se află seceta care, la rândul ei a produs pagube semnificative în întreaga lume, Figura 6. Între 1876 și 1879, China a fost afectată de o secetă gravă producând moartea a 9 milioane de oameni în peste 9 regiuni. Africa a fost lovită de o secetă puternică între 1981 și 1984, care a dus la moartea prin infometare a peste 1 milion din populație. Din iulie 2011 Africa de est a fost afectat de un nou val de seceta care a cuprins țări precum: Kenya, Somalia, Etiopia, Djibouti, amenințând viața a peste 9,5 milioane de oameni.



Figura 6. Imagini în timpul secetei: China (1876-1879), Africa (1981-1984), Mozambique (2000) (de la stanga la dreapta)

3. DEZASTRE NATURALE ÎN ROMÂNIA

Teritoriul României este direct și indirect expus la o serie de dezastre naturale din diferite categorii: geologice (cutremure), geomorfologice (alunecări de teren), atmosferice (precipitații abundente), și atmosferice.

Conform întâlnirii Deceniul Internațional pentru Reducerea Dezastrelor Naturale, proclamată de Națiunile Unite în 1990, fenomenele hidrologice au cauzat dezastre pe zone semnificative, ducând la pierderi economice substanțiale (Miceli et al., 2008).

Exploatarea minierei excesive din zona munților Apuseni pot duce la producerea unor adevărate dezastre naturale, dacă nu sunt controlate și dacă nu sunt introduse lucrări de stabilizare ai versanților (Costan et al., 2010).

Atunci când alunecările de teren se combină cu o altă calamitate naturală rezultă o catastrofă naturală, cum este și cazul a ceea ce s-a întâmplat la Baia Mare în 2000. Barajul Aurul Bozanta Mare s-a rupt pe 30 ianuarie, rezultând scurgerea unei cantități de 100 000 mc de apă contaminată cu 50-100 tone de cianuri și metale grele. Dezastrul a avut consecințe semnificative asupra întregului areal din zonă. Pe data de 3 februarie bazajul a fost reparat.

În 2009, în România a fost loc un studiu privind probabilitatea dezastrelor naturale în România, organizat de Ministerul Administrației, prin Inspectoratul General de Urgență care se ocupă de astfel de evenimente. Scopul acestui studiu a fost stabilirea unor măsuri în caz de dezastru, dar și conștientizarea de către populației cu privire la dezastrele naturale.

Inundațiile sunt printre cele mai frecvente dezastre naturale din România, cu grave consecințe economice și sociale. Figura 7 reprezintă harta riscului de inundații din România, elaborată de Institutul de Geografie. Se observă că majoritatea evenimentelor au loc pe cursul fluviului Dunărea. Anual au loc 10-15 inundații, fiind mai frecvente în zona subcarpatică. Pagubele produse de inundațiile din 2005 au depășit 1,5 miliarde de dolari.

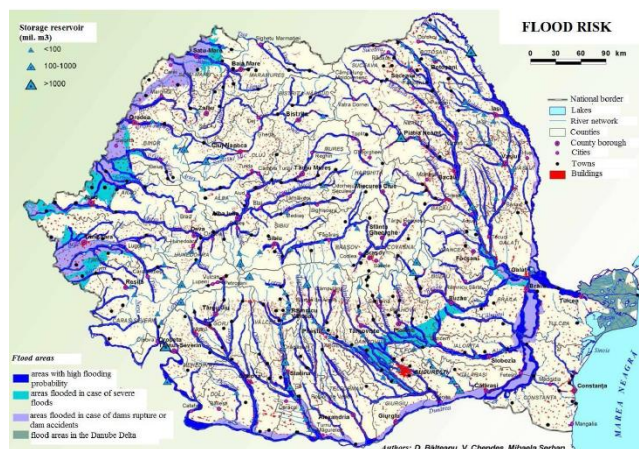


Figura 7. Harta riscului de inundații (Bălăneanu et al., 2007).

În ceea ce privește cutremurele din România, există mai multe zone epicentrale (Vrancea, Făgăraș, Banat, Marea Neagră), cea mai semnificativa fiind zona Vrancea. Majoritatea cutremurelor se produc la 70-160 km, cu o zonă epicentrală de aproximativ 2000km². Unul din cele mai mari cutremure s-a produs pe 10 martie 1940 și a avut o magnitudine de 7,4 grade pe scara Richter.

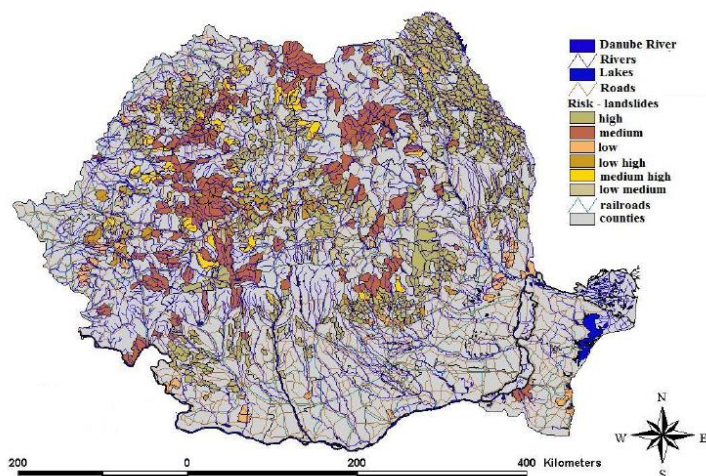


Figura 8. Harta riscului alunecărilor de teren (Legea nr 575/2010)

Alunecările de teren sunt cuprinse în legea 575 din 2001 și aprobat de Planul teritorial- secțiunea a V a- Zone de risc natural. Ghidul prezintă cauzele care duc la astfel de probleme, considerând mai mulți factori cum ar fi: litologia, geomorfologia, structura geologică, hidrologia, clima, seismicitatea zonei, gradul

de împădurire și activitatea umană (Bălțeanu et al., 2010). Figura 8 prezintă harta hazardului privind alunecărilor de teren din România.

4. CONCLUZII

Studii detaliate privind combinarea a două sau mai multe dezastre trebuie efectuate pentru a preîntâmpina adevărate catastrofe naturale care pot urma. Importanța unor astfel de hărți se referă la planurile de urmat în cazul unor situații de urgență, dar și la măsuri care pot fi luate pentru a reduce vulnerabilitatea fondului construit sau al populației în ceea ce privește dezastrele naturale.

La nivel mondial este un curent care urmărește obținerea de hărți multi-hazard în funcție de specificul zonei.

România este una din țările pe teritoriul careia se întâlnesc mai multe dezastre naturale. Acesta este unul din principalele motive pentru care o evaluare a fondului construit, ținând seama de întâmplarea concomitentă a mai multor dezastre, devine tot mai stringentă.

Bibliografie

1. Bălțeanu D., Sima M., Chendes, V.: Natural and Technological Hazards related to Extreme Climatic Events in Romania, Climate change in South-Eastern European countries. Causes, impacts, solutions, Graz, Austria 26–27 March, 2007.
2. Bălțeanu, D., Chendes, V., Sima, M., and Enciu, P.: A countrywide spatial assessment of landslide susceptibility in Romania, *Geomorphology*, 124, 102–112, 2010.
3. Costan C. S., Ștefănescu L., Malos C. V., Ozunu Al., Vlad, S., N.: Landslide susceptibility in the Aries, Middle Basin – focus on Roșia Montană mining area, *Advances in Environmental Sciences – International Journal of the Bioflux Society*, AES Bioflux 2(1), 81–90, 2010.
4. Cruz, A. M. Okada, N.: Consideration of natural hazards in the design and risk management of industrial facilities, *Nat. Hazards*, 44, 213–227, doi:10.1007/s11069-007-9118-1, 2008
5. Galderisi, A., Ceudech, A., Pistucci, M.: A method for na-tech risk assessment as supporting tool for land use planning mitigation strategies, *Nat. Hazards*, 46, 221–241, doi:10.1007/s11069-008-9224-8, 2008.
6. Marinescu, M. et al., 2007 Natural and technological hazards that can produce disasters in Romania. Evaluating the risks and measures of preventing and limiting the impact on the society and the environment. Partnerships in priority area. 1st – 4th stages. CNMP archives. Bucharest.
7. Miceli, R., Sotgiu, I., and Settanni, M.: Disaster preparedness and perception of flood risk: A study in an alpine valley in Italy, *J. Environ. Psychol.*, 28, 164–173, 2008.
- UNEP, Dissection of an Accident: Lessons Learned and Follow up Actions from Baia Mare, *Industry and Environment*, 23, 64–65, 2000.
8. http://emdat.be/country_profile/index.html
9. <http://www.livescience.com/33316-top-10-deadliest-natural-disasters.html>
10. <http://usatoday30.usatoday.com/weather/news/extremes/story/2012-01-04/world-disasters-costliest-earthquake-tsunami/52377642/1>

Definirea și evaluarea sustenabilității transportului rutier. Indicatori de sustenabilitate

Dragoslav Diana – Nicoleta (Dima)¹

¹doctorand, Facultatea de Construcții și Instalații Iași, dianadima3006@yahoo.com

Rezumat

Lucrarea își propune să definească conceptul de sustenabilitate în domeniul transportului rutier concomitent cu prezentarea unor indicatori specifici necesari pentru evaluarea acesteia. Sistemul de transport rutier include trei componente, și anume: sistemul de management, infrastructura de transport și flota de vehicule. În lucrare se prezintă aspectele sustenabilității care afectează aceste trei componente și în mod deosebit infrastructura de transport și sistemul de management. De asemenea, se analizează modul în care poate fi cuantificat impactul transportului asupra mediului, transformarea măsurătorilor în indicatori operaționali luați în considerare la luarea deciziilor și funcțiile acestora.

Cuvinte cheie: indicator de mediu, transport rutier, sustenabilitate, proces decizional

1. INTRODUCERE

Definirea și evaluarea sustenabilității transportului rutier constituie un subiect tot mai important și mai dezbătut datorită necesității promovării modurilor de transport sustenabil în vederea creării unui mediu propice dezvoltării economice și sociale în pofida actualei crize energetice și a gradului ridicat de poluare atmosferică.

Indicatorii de mediu sunt instrumente sau metode folosite pentru a reflecta, a măsura și a evalua sustenabilitatea transportului, dar și pentru luarea deciziilor.

Termenul „indicator” sugerează anumite caracteristici ale unui fenomen sau element, dar nu oferă o descriere completă a acestuia. Conform Dicționarului Explicativ, termenul „indicator” este definit general, global ca "un aparat, instrument, dispozitiv care servește la indicarea anumitor mărimi, fenomene, informații etc." sau "o expresie numerică cu ajutorul căreia se caracterizează cantitativ un fenomen social-economic din punctul de vedere al compoziției, structurii, schimbării în timp, al legăturii reciproce cu alte fenomene etc.".

Organizația pentru Cooperare și Dezvoltare Economică definește indicatorul de mediu ca fiind "un parametru, sau o valoare derivată din parametri, care indică, oferă informații despre, sau descrie starea unui fenomen / mediu / zonă, cu o

semnificație extinsă dincolo de limitele asociate în mod direct cu o valoare de parametru" [6].

În 2009, Agenția Europeană de Mediu evidențiază un indicator de mediu ca fiind "un parametru – sau o valoare derivată din parametri – care descrie starea mediului și impactul acesteia asupra ființelor umane, ecosistemelor și materialelor, presiunile asupra mediului, forțele motrice, și răspunsurile acestui sistem. Un indicator este stabilit printr-un proces de selecție și / sau agregare pentru a putea conduce o acțiune" [3].

Plecând de la aceste definiții se poate considera că indicatorul constituie un instrument de măsurare care reprezintă, corespunzător, simplificat, variația unei dimensiuni sau a unui fenomen. Reprezentarea presupune conexiunea a trei elemente:

- elementul de reprezentat;
- indicatorul – elementul care îl reprezintă;
- domeniul de utilizare pentru care reprezentarea trebuie să fie valabilă și acceptabilă.

În acest context, **indicatorul de impact asupra mediului** este definit ca fiind o variabilă, bazată pe măsurători, care reprezintă aspecte ale mediului sau un impact al activității umane asupra mediului (interacțiunea oameni – mediu).

De aceea, se face o distincție clară între cele două aspecte pe care le pot reprezenta indicatorii de mediu:

- caracteristicile de măsurare – fundamentale pentru orice indicator;
- caracteristicile de luare a deciziilor.

În același context, **indicatorul de sustenabilitate a mediului în domeniul transportului rutier** reprezintă impactul potențial sau real asupra mediului (sau factorii care pot determina astfel de efecte) ca urmare a activității de transport [4].

Funcțiile indicatorilor

Indicatorii au funcții diferite depinzând de domeniile de utilizare, și anume: măsurarea științifică, planificarea lucrărilor, evaluarea programelor și proiectelor, luându-se în considerare distincțiile următoare:

- funcția de măsurare (de tipul descrierii, distincției, simplificării, agregării, precizării, evaluării etc.) versus modalitatea de luare a deciziilor (care se referă la sarcini sau aspecte ale elaborării strategiilor și a deciziilor: planuri, programe sau proiecte);

- funcțiile directe, instrumentale sau destinate (servicii informative specifice pe care le poate furniza un indicator) față de cele mai multe non-instrumentale sau neintenționate (rolul indicatorilor în furnizarea cadrului de referință comun sau în suprimarea atenției asupra aspectelor care nu sunt măsurate).

Indicatorii de mediu au ca scop: identificarea problemelor, stabilirea obiectivelor, alegerea între opțiuni alternative, evaluarea anticipativă a efectelor viitoare posibile a unor acțiuni prin utilizarea metodei ex-ante și informații generale.

2. FUNCȚIA DE MĂSURARE A INDICATORILOR

Funcția principală a unui indicator constă în abilitatea acestuia de a cuantifica un fenomen. Măsurarea poate fi o parte componentă a unei evaluări ulterioare, a procesului de luare a deciziilor sau a unei comunicări. Este important să fie precizat:

Ce trebuie măsurat?

Într-o primă etapă este esențială o discuție detaliată între părțile interesate asupra fenomenului ce urmează a fi evaluat, măsurat. Această discuție reprezintă un punct cheie deoarece, de multe ori, ceea ce trebuie să fie evaluat este mult mai complex decât ceea ce era prevăzut, fiind necesară o descriere cât mai precisă a acestui fenomen sau dimensiune. În domeniul impactului activității umane asupra mediului, atât impactul și activitatea considerată trebuie să fie clar definite.

Cu ce scop?

În cazul impactului activității umane asupra mediului, suntem interesați de impactul în sine, de motivele impactului sau de motivele evoluției sale în timp? Care sunt parametrii care explică creșterea sau reducerea impactului? Trebuie înțeles foarte bine contextul problemei și contează care din părțile implicate sunt interesate de măsurătorile ce urmează a fi efectuate.

Cum se măsoară? Cum trebuie proiectat și construit instrumentul de măsurare?

Indicatorii trebuie să respecte proporțiile și să fie preciși. Când ceea ce trebuie reprezentat nu este direct măsurabil, ci este rezultatul unui proces complex, atunci se recurge la o modelare, ținând seama, în măsura în care este posibil, de toți parametrii care influențează procesul. Modelele, ca și indicatorii, sunt instrumente de măsurare incerte. Există patru tipuri principale de erori care apar în orice modelare:

- Erori de proces – modelul nu este în măsură să descrie procesele reale de cauză și efect, omițând părți importante ale lanțurilor de cauzalitate sau

influența unor parametri importanți. Erorile din datele de bază sau în datele interne ale modelului sunt o parte a erorilor de proces. Efectele cumulative necunoscute, posibilitatea includerii efectelor pe termen lung, precum și toate evenimentele imprevizibile care pot avea un impact asupra proiectului, pot fi incluse în această categorie a tipurilor de erori.

- Erori de simplificare – modelul simplifică realitatea, presupunând că numai anumite procese sunt importante, incluzându-le doar pe acestea. Este o parte cunoscută a erorilor de proces;
- Erori limită – modelul este utilizat în afara gamei de valabilitate, în situații în care nu ar trebui să fie utilizat sau parametrii de intrare sunt în afara limitelor admise;
- Erori în datele de intrare – astfel de erori sunt direct corelate cu datele de ieșire. O astfel de eroare este importantă când modelul este în serie (ieșirile precedente sunt utilizate ca date de intrare la următorul proces analizat).

Pentru a evolua astfel de erori se recomandă o documentare cât mai precisă asupra incertitudinilor aferente modelării, iar ipotezele să fie formulate clar. Predicțiile calitative nu trebuie ghicite, ci susținute de dovezi.

3. FUNCȚIA STRATEGICĂ ÎN LUAREA DECIZIILOR

Funcția strategică este luată în considerare în procesul decizional, fiind un instrument esențial pentru factorii de decizie în selectarea alternativelor încă din faza de planificare a lucrărilor de drumuri și implementarea măsurilor de prevenire și reducere a impactului ecologic. Aceasta poate fi caracterizată în diferite moduri. Indicatorii din domeniul sustenabilității pot avea următoarele funcții [2]:

- sprijin în luarea deciziilor;
- stabilirea obiectivelor și standardelor;
- diseminarea informațiilor;
- focalizarea ideilor;
- promovarea ideii de acțiune integrată;
- monitorizarea și evaluarea evoluției.

Ca indicator general, funcția strategică are rol în: focusare (ce trebuie realizat?), descriere, evaluare (cum realizăm?), diagnosticare (ce este în neregulă?), contabilizare (cine este vinovat?) și învățare (cum putem îmbunătăți?).

Așa cum au fost definite mai sus, funcțiile strategice se referă la diferitele etape componente ale unui proces ideal de dezvoltare, în care indicatorii pot avea un rol nou la fiecare pas.

În afară de funcția de informare a unui indicator dintr-o situație decizională sau strategică, s-a observat că indicatorii nu sunt utilizați întotdeauna în conformitate cu funcția instrumentală pentru care au fost proiectați.

În primul rând, utilizarea greșită a indicatorului real poate duce la erori în serviciile informative pentru care este destinat [5]. Acest lucru poate fi din cauza unor probleme, cum ar fi reprezentativitatea slabă, o neconcordanță între indicator și funcția strategică, date incomplete, metodologie nepotrivită, precum și incompatibilitatea cu schema analitică generală. În astfel de cazuri, folosirea indicatorului ar putea duce la dezinformare, denaturare, perturbare, părtinire sau confundarea procesului de luare a deciziilor. Această problemă poate apărea ca urmare a obiectivelor strategice precizat vag sau "imposibile", și nu neapărat din cauza capacității de măsurare a indicatorului.

În al doilea rând, indicatorii pot avea roluri total diferite care nu sunt legate de ceea ce se măsoară, fiind studiate următoarele tipuri de roluri:

- un rol "simbolic", în cazul în care informațiile sunt utilizate pentru a justifica deciziile deja luate sau cursuri de acțiune deja alese;
- un rol "tactic", în cazul în care factorii de decizie se referă la simpla existență a unui sistem de indicatori în vederea amânării, evitării sau justificării unei decizii;
- un "rol de proces", în cazul în care primează procesul de furnizare a informațiilor și nu rezultatele obținute. Acest rol se utilizează de cele mai multe ori pentru dezvoltarea unei abordări de planificare;
- un "rol de iluminare", în cazul în care indicatorii influențează modelarea percepțiilor generale (sau definirea problemelor) între factorii implicați, chiar dacă indicatorul nu este utilizat în orice funcție de măsurare sau decizie.

Este important să fie inclus de asemenea și gradul de conștientizare a posibilelor abuzuri și a altor funcții neintenționate atunci când sunt studiate cazuri particulare de utilizare a indicatorilor și să fie date recomandări privind utilizarea acestora. Fenomene extrem de complexe, prost definite sau contestate sunt expuse în mod deosebit riscului de a genera indicatori care mai degrabă induc în eroare. Deci, gradul de conștientizare a rolului indicatorilor non-instrumentali este crucial pentru înțelegerea limitelor semnificative ale indicatorilor, fie ca instrumente de măsurare sau de luare a deciziilor.

Prin urmare, funcțiile indicatorilor de măsurare și de luare a deciziilor se consideră ca fiind principale, iar funcțiile neintenționate secundare.

4. INDICATORII DE SUSTENABILITATE A SISTEMULUI DE TRANSPORT RUTIER

4.1. Managementul sistemului de transport rutier

Sistemul de transport rutier este compus din trei elemente principale, și anume sistemul de management, infrastructura de transport, precum și flota de vehicule.

Sistemul de management se referă atât la managementul integral al rețelei de transport, cât și la managementul traficului, menit pentru asigurarea siguranței în trafic prin intermediul semafoarelor, senzorilor, semnelor de circulație, etc.

Rolul managementului aplicat la nivel de rețea de transport este de a optimiza performanțele globale ale sistemului de transport printr-o îmbunătățire continuă a condițiilor optime de calitate, siguranță și confort cu luarea în considerare și a problemelor de mediu pe care amplasarea infrastructurii le va crea, cum ar fi poluarea atmosferică, eroziunea solului, fragmentarea habitatelor, etc. Pentru îndeplinirea acestor considerente este necesară orientarea activităților de management atât într-o manieră economică, cât și ecologică și abordarea acestora în toate etapele sale primare, și anume: planificarea, programarea, pregătirea și operarea. Aceste etape sunt cunoscute sub denumirea de management ciclic, problemele de mediu trebuind identificate, rezolvate și luate în considerare în fiecare din aceste etape [1].

4.2. Indicatori de sustenabilitate a mediului

În continuare se vor detalia unii dintre cei mai semnificativi indicatori de mediu aferenți nivelului de zgomot produs de construcția efectivă a infrastructurii de transport și circulația vehiculelor, toxicității produse de poluanții atmosferici, fragmentării habitatului, precum și cei corespunzători efectului de seră.

Creșterea nivelului de zgomot ca urmare a execuției sectoarelor de drum induce probleme de sănătate la nivelul populației afectate din zona adiacentă acestuia, precum: disconfortul, tulburările de somn, efectele sociale și comportamentale.

Indicatorii de mediu specifici zgomotelor datorate circulației vehiculelor se diferențiază în trei categorii:

- indicatorii nivelului de zgomot care redau zgomotul din trafic în funcție de caracteristicile energetice și fizice;

- indicatorii de expunere la zgomot exprimă efectul zgomotului asupra persoanelor expuse luând în considerare magnitudinea și extinderea teritorială;
- indicatorii poluării fonice subliniază disconfortul pe care îl percep persoanele expuse la zgomot.

Indicatorii de sănătate sunt indicatorii de mediu specifici **toxicității produse de poluanții atmosferici** care vin în sprijinul monitorizării stării de sănătate a populației.

Fragmentarea habitatelor este un fenomen cuantificat cu ajutorul indicatorilor de compoziție, de formă și de conectivitate a zonei locuite [7]. Astfel, *indicatorii de compoziție* sunt utilizați pentru a determina aria minimă a habitatelor individuale și sunt reprezentați de numărul și aria zonelor locuite.

Indicatorii de formă estimează forma zonelor aferente habitatelor. Această formă influențează prin efectul de margine deoarece permeabilitatea crește în zonele mici și condițiile habitatului – radiație solară, vânt, temperatură – se modifică. Prin urmare, interacțiunea între speciile aflate aproape de marginea habitatului este modificată, iar ecosistemul este afectat.

Indicatorii de conectivitate a zonei locuite sunt utilizați pentru măsurarea gradului de conectivitate sau de izolare dintre zone. Prin conectivitate înțelegem măsura în care obstacolele pot împiedica deplasarea speciilor între zone.

Efectul de seră este cuantificat cu ajutorul următorilor indicatori: potențialul global al efectului de seră (GWP), potențialul schimbărilor climatice (GTP), echivalentul în dioxid de carbon a emisiilor antropice (CEWN) și indicatorul impactului asupra sănătății a efectului de seră.

Indicatorii de sustenabilitate a mediului reprezintă o modalitate foarte eficientă pentru evaluarea caracteristicilor ecologice și economice ale fenomenului studiat, fiind un instrument foarte util în procesele decizionale.

5. CONCLUZII

Indicatorii reprezintă variabile ce pot fi utilizate în vederea măsurării diferitelor aspecte ale sustenabilității transportului rutier, precum și pentru a sprijini diversele măsuri luate în cadrul proceselor decizionale.

Indicatorii pot fi de mai multe tipuri, fiecare dintre aceștia putând fi utilizați pentru măsurarea aspectelor particulare sau în luarea unei decizii asupra problemelor specifice. Un indicator poate să reprezinte în mod corespunzător toate aspectele aferente sustenabilității transportului. Adesea, pentru evaluarea unor probleme mai

complexe se utilizează un set de indicatori organizați în așa manieră încât toate dimensiunile relevante să fie acoperite.

Indicatorii reprezintă instrumente tehnice de măsurare, mulți dintre aceștia fiind utilizați în elaborarea strategiilor, indicatorii putând fi aplicați atât în scopuri simbolice cât și strategice.

Bibliografie

- 1.Andrei R., Metode moderne pentru gestionarea și administrarea rețelei rutiere, Editura Societății Academice “Matei – Teiu Botez”, Iași, 2003
- 2.Briguglio L., The Usefulness of Sustainability Indicators. Symposium “Sustainability Indicators for Malta”, Valletta, Malta, 2003
- 3.EEA, 2009. Glossary. European Environment Agency
- 4.Joumard R., Gudmundsson H. Eds. Indicators of environmental sustainability in transport. An interdisciplinary approach to methods, pp.422, ISBN 978-2-85782-684-2, Institut national de recherche sur les transports et leur sécurité – INRETS. 2010
- 5.Mayer A., Strengths and weaknesses of common sustainability indices for multidimensional systems. Environment International, 34, pp. 277–291, 2008
- 6.OECD, Environmental Indicators – Development, Measurement and Use. Reference. 2003
- 7.Rutledge, D. Landscape indices as measures of the effect on fragmentation: Can pattern reflect process, New Zealand Intelligence a modern approach. Second Edition. s. 1.: Prentice Hall, 2003. p. 1058

Contribuția grosimii și densității miezului asupra rigidității și greutateții unui element stratificat de tip sandviș

Dupir Iuliana (Hudișteanu)¹

¹doctorand, Facultatea de Construcții și Instalații din Iași, iulianadupir@yahoo.com

Rezumat

În prezenta lucrare se analizează influența grosimii și densității miezului asupra caracteristicilor de rigiditate ale unui panou stratificat de tip sandviș. Studiul prezintă abordarea teoretică și calculul analitic pentru evaluarea rigidității la încovoiere a unui element sandviș cu fețe exterioare din oțel și miez din spumă poliuretanică. Rezultatele obținute sunt valorificate prin diagrame ce ilustrează variația rigidității elementului sandviș, în funcție de anumiți parametri. Se evidențiază efectul creșterii grosimii miezului asupra rigidității și greutateții elementului stratificat, precum și avantajul raportului scăzut greutate/rigiditate.

Cuvinte cheie: element sandviș, rigiditate la încovoiere, miez, spumă poliuretanică.

1. INTRODUCERE

Un element sandviș poate fi definit ca fiind o structură alcătuită din trei straturi, în care două învelișuri exterioare subțiri cu rezistență mare sunt legate între ele și conlucrează prin intermediul unui miez cu o structură celulară ușoară și rigiditate redusă. Concepția fundamentală de proiectare a acestor elemente constă în distanțarea a două straturi exterioare rigide și rezistente cu ajutorul unui strat intermediar ușor [1].

Spumele poliuretanice sunt solide celulare ce pot fi întâlnite sub diferite forme, de la spume moi cu celule mai mult sau mai puțin deschise, la spume rigide cu celule predominant închise. Acestea se pot găsi și într-o gamă variată de densități [2]. Spumele poliuretanice sunt cel mai des folosite materiale pentru miezul elementelor sandviș datorită unor avantaje ca: greutate scăzută, porozitate ridicată, capacitate bună de absorbție a energiei. Din aceste motive, comportarea spumelor poliuretanice constituie subiectul a multor lucrări științifice din literatura de specialitate [3-6].

Influența densității miezului în cadrul elementelor sandviș este analizată de către Nasirzadeh, care demonstrează cedarea casantă a acestora odată cu adoptarea unor densități ridicate pentru materialul stratului intermediar [7].

Elementele stratificate de tip sandviș au devenit din ce în ce mai populare în proiectarea structurală, îndeosebi pentru scăderea substanțială a greutății specifice, în timp ce performanța mecanică se menține sau chiar crește.

2. STUDIU DE CAZ

Studiul de caz prezintă o analiză comparativă ce urmărește variația rigidității de ansamblu precum și a greutății unui element sandviș alcătuit din două fețe metalice și miez continuu din spumă poliuretanică, în funcție de grosimea și densitatea stratului intermediar. Acest lucru se realizează prin schimbarea succesivă a grosimii miezului precum și prin modificarea densității spumei poliuretănice.

2.1. Descrierea geometriei

Se consideră grinda sandviș simplă rezemată de lungime L , ilustrată în Figura 1. Aceasta este alcătuită din două straturi exterioare rigide din oțel, cu grosimi identice t , separate de un miez continuu din spumă poliuretanică, de grosime c . Lățimea secțiunii transversale a grinzii sandviș este b , iar înălțimea totală a acesteia este h . Distanța dintre axele neutre ale fețelor se notează cu d .

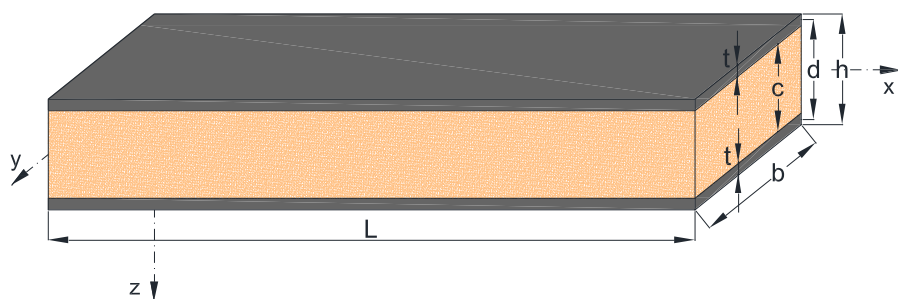


Fig. 1. Caracteristicile geometrice ale elementului sandviș

Caracteristicile geometrice ale panoului sandviș adoptate în analiza comparativă sunt următoarele:

$L = 1440 \text{ mm}$; $b = 200 \text{ mm}$; $t = 1 \text{ mm}$;

$c = 40 \text{ mm}$; 60 mm ; 80 mm ; 100 mm ;

$d = 41 \text{ mm}$; 61 mm ; 81 mm ; 101 mm .

2.2. Evaluarea rigidității de ansamblu și a greutateii elementului sandviș

Datorită faptului că elementul sandviș prezentat în Figura 1 trebuie analizat ca fiind o grindă lată ($d \ll b$), în evaluarea rigidității de ansamblu a acestuia trebuie folosit valoarea modulului de elasticitate E' , determinat cu Ecuația (1):

$$E' = \frac{E}{1 - \nu^2}, \quad (1)$$

unde:

E – modulul de elasticitate longitudinal al materialului, [N/mm²];

ν – coeficientul lui Poisson.

Pentru analiza contribuției stratului intermediar la rigiditatea de ansamblu a elementului sandviș, calculul se realizează alternând densitățile miezului poliuretanic, cu valori între 40-100 kg/m³. Caracteristicile materialelor pentru fiecare strat al elementelor sandviș sunt prezentate în Tabelul 1:

Tabel 1. Caracteristicile materialelor

Materiale	ν	E [N/mm²]	E' [N/mm²]	ρ [kg/m³]
Oțel	0,3	$2,10 \cdot 10^3$	$2,30 \cdot 10^3$	7850
Spumă poliuretanică 40	0,33	1,63	1,83	40
Spumă poliuretanică 60	0,33	3,79	4,25	60
Spumă poliuretanică 80	0,33	10,65	11,95	80
Spumă poliuretanică 100	0,33	19,12	21,45	100

Rigiditatea de ansamblu la încovoiere a unei grinzi sandviș se determină însumând rigiditățile la încovoiere ale fiecărui strat în parte [8], respectând Ecuația (2):

$$D = E_f' \frac{b \cdot t^3}{6} + E_f' \frac{b \cdot t \cdot d^2}{2} + E_c' \cdot \frac{b \cdot c^3}{12}, \quad (2)$$

unde:

D – rigiditatea de ansamblu la încovoiere, [N·mm²];

E_f' – modulul de elasticitate longitudinal al straturilor exterioare, [N/mm²];

E_c' – modulul de elasticitate longitudinal al stratului intermediar, [N/mm²].

Greutatea ansamblului stratificat se obține prin însumarea greutateilor straturilor, pentru fiecare grosime de miez și densitate a spumei poliuretănice, cu relația următoare:

$$G = L \cdot b \cdot (\rho_f \cdot 2t + \rho_c \cdot c) \cdot g, \quad (3)$$

unde:

ρ_f – densitatea straturilor exterioare, $[\text{kg}/\text{m}^3]$;

ρ_c – densitatea miezului, $[\text{kg}/\text{m}^3]$;

L, l, t, c – caracteristici geometrice ce corespund notațiilor din Figura 1, $[\text{m}]$;

g – accelerația gravitațională, $[\text{m}/\text{s}^2]$.

3. REZULTATE ȘI INTERPRETĂRI

Valorile rigidităților la încovoiere ale elementelor sandviș rezultate în urma calculului sunt centralizate în Tabelul 2:

Tabel 2. Rigiditatea de ansamblu a elementelor sandviș, D $[\text{kN}\cdot\text{m}^2]$

Grosimea miezului, c [mm]	Densitatea spumei poliuretanică, ρ [kg/m^3]			
	40	60	80	100
40	38,802	38,804	38,812	38,823
60	85,883	85,892	85,920	85,954
80	151,431	151,452	151,517	151,598
100	234,661	235,487	235,615	271,166

Conform rezultatelor prezentate tabelar se poate observa o creștere nesemnificativă a rigidității ansamblului stratificat odată cu utilizarea în calcul a unor densități mai ridicate pentru stratul intermediar, pe când creșterea grosimii miezului are un efect mult mai mare asupra rigidității elementului sandviș. Variația rigidității în funcție de grosimea și densitatea stratului intermediar este ilustrată în Figura 2:

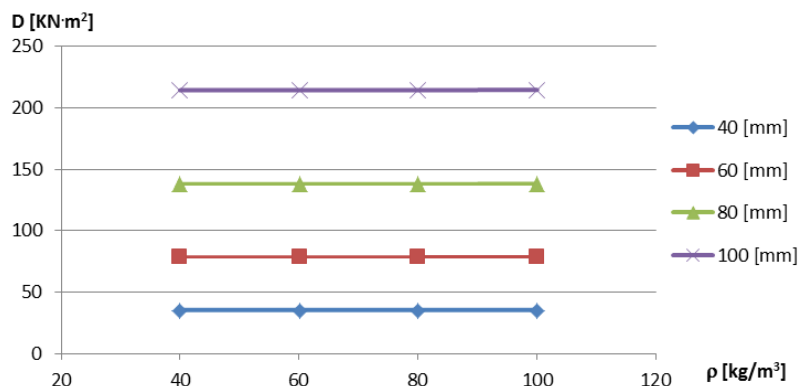


Fig. 2. Influența densității și grosimii miezului asupra rigidității unei grinzi sandviș

Se observă că rigiditatea de ansamblu a elementului stratificat este influențată major de creșterea grosimii miezului și mai puțin de densitatea stratului intermediar. Aceste rezultate sunt validate de informațiile din literatura de specialitate conform cărora rigiditatea proporțională a elementului crește cu cât tălpile sunt din ce în ce mai distanțate, respectând astfel și analogia cu o grindă dublu T, care urmează același principiu.

În continuare, valorile greutateilor elementelor sandviș rezultate în urma calculului sunt centralizate în Tabelul 3:

Tabel 3. Greutatea elementelor sandviș, G [N]

Grosimea miezului, c [mm]	Densitatea spumei poliuretanică, ρ [kg/m ³]			
	40	60	80	100
40	26,70	28,96	31,22	33,48
60	28,96	32,35	35,74	39,13
80	31,22	35,74	40,26	44,78
100	33,48	39,13	44,78	50,43

Datorită valorilor alese pentru densitatea și grosimea miezului, se observă în tabelul centralizator o simetrie după diagonala principală a rezultatelor greutateii elementului sandviș, ceea ce înseamnă că atât grosimea cât și densitatea miezului influențează aproximativ la fel creșterea greutateii elementului stratificat.

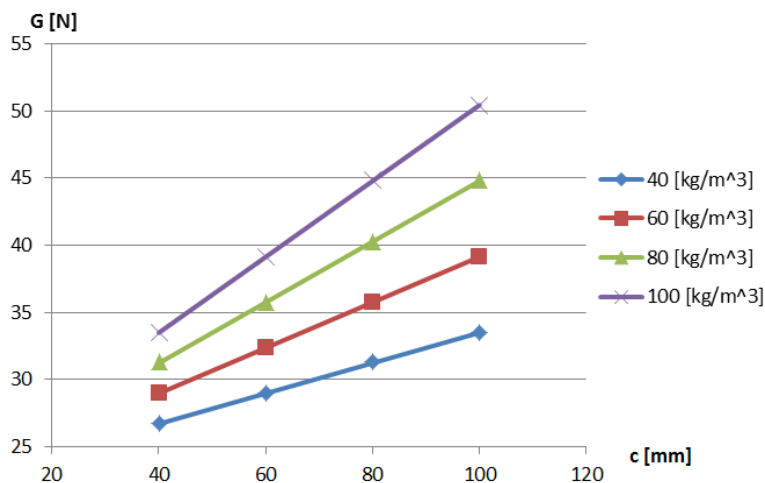


Fig. 3. Variația greutateii elementului sandviș în funcție de densitatea și grosimea miezului

Figura 3 ilustrează variația greutateii elementului sandviș în funcție de grosimea miezului, pentru diferite densități ale spumei poliuretanică. Se identifică o creștere liniară a greutateii elementului odată cu mărirea grosimii miezului și a densității stratului intermediar.

În Figura 4 sunt reprezentate curbele de variație ale rigidității și greutateii elementului sandviș, funcție de grosimea miezului, pentru o densitate a spumei poliuretanică de 80 kg/m^3 .

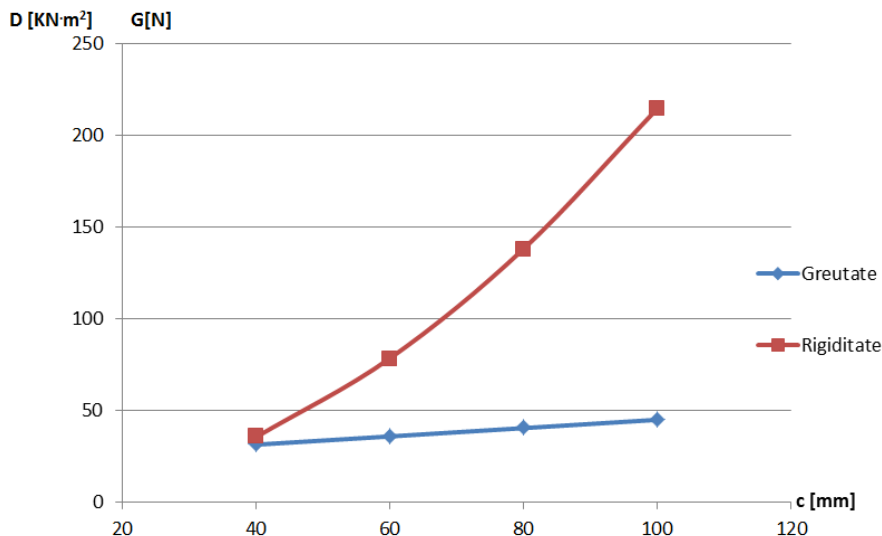


Fig. 4. Efectul creșterii grosimii miezului asupra rigidității și greutateii elementului sandviș

Graficul evidențiază efectul pe care îl are creșterea grosimii stratului intermediar asupra rigidității și greutateii elementului stratificat, anume creșterea nesemnificativă a greutateii raportată la rigiditatea elementului sandviș. Astfel se poate vorbi și de o scădere considerabilă a greutateii elementului care are o rigiditate sporită odată cu creșterea grosimii miezului. Raportul scăzut greutate/rigiditate reprezintă unul dintre cele mai mari avantaje ale utilizării elementelor stratificate de tip sandviș.

4. CONCLUZII

Scopul acestei analize a constat în studiul variației caracteristicilor de rigiditate ale elementelor sandviș, prin schimbarea succesivă a grosimii miezului precum și prin modificarea densității spumei poliuretanică. În acest sens, s-a urmărit influența grosimii și a densității miezului asupra rigidității de ansamblu.

Rezultatele obținute au validat informațiile prezente în literatura de specialitate și au demonstrat încă o dată că rigiditatea de ansamblu a elementului stratificat este influențată major de creșterea grosimii miezului și mai puțin de densitatea stratului intermediar. În plus, calculele realizate au evidențiat efectul pe care îl are creșterea

grosimii stratului intermediar și anume aportul nesemnificativ al greutateii, raportat la rigiditatea elementului sandviș.

Bibliografie

- 1.Țăranu N., Elemente portante din materiale plastice, teză de doctorat, Institutul Politehnic Gh. Asachi, Iași, 1978.
- 2.Gibson L.J., Ashby M.F., Cellular Solids. Structure and properties. Second Edition, Cambridge University Press, 2001.
- 3.Marsavina L., Constantinescu D.M., Linul E., Apostol D.A., Voiconi T., Sadowki T., Refinements on fracture toughness of PUR foams, Engineering Fracture Mechanics, No. 129, 54-66, 2014.
- 4.Linul E., Marsavina L., Voiconi T., Sadowski T., Study of factors influencing the mechanical properties of polyurethane foams under dynamic compression, Journal of Physics, Conference Series 451, 2013.
- 5.Marsavina L., Linul E., Fracture toughness of polyurethane foams. Experiments versus micromechanical models, Fracture of Materials and Structures from Micro to Macro Scale, 18th European Conference on Fracture, Dresden, Germany, 2010.
- 6.Marsavina L., Linul E., Voiconi T., Sadowski T., A comparison between dynamic and static fracture toughness of polyurethane foams, Polymer Testing, No. 32, 673-680, 2013.
- 7.Nasirzadeh R., Sabet A.R., Study of foam density variations in composite sandwich panels under high velocity impact loading, International Journal of Impact Engineering, No. 63, 129-139, 2014.
- 8.Allen H.G., Analysis and Design of Structural Sandwich Panels, Pergamon Press, Oxford, 1969.

Calculul pereților structurali tip framing prin metoda peretelui structural segmentat

Florența Ion¹,

¹doctorand, Facultatea de Construcții și Instalații Iași, florenta.john@yahoo.com

Rezumat

Pereții structurali tip framing sunt cele mai importante elemente de rezistență din cadrul structurilor din lemn de acest tip. Aceștia au rolul de a prelua forțele verticale și orizontale și a le transmite la nivelul fundației.

Proiectarea pereților structurali trebuie făcută astfel încât aceștia să preia lunecarea (forța tăietoare) și răsturnarea (momentul încovoietor). Conform normelor americane, există trei metode de calcul pentru pereții structurali tip framing.

Lucrarea prezintă calculul unui perete structural tip framing prin metoda peretelui structural segmentat pentru o construcție amplasată în localitatea Iași, România.

Cuvinte cheie: framing, pereți structurali, metode de calcul, segmentat.

1. INTRODUCERE

Cele mai importante elemente de rezistență din cadrul unei structuri din lemn tip framing sunt pereții structurali. Aceștia sunt localizați de obicei pe fiecare din pereții exteriori ai clădirii dar pot fi amplasați și strategic la pereții interiori. Ei trebuie să distribuie echilibrat pe toate cele patru fețe ale clădirii.

Pereții structurali se deosebesc de pereții portanți prin faptul că au o rezistență sporită, obținută prin creșterea densității cuielelor la placare, creșterea grosimii placajului structural, îndesirea montanților spre limitele extreme ale acestor pereți precum și o substanțială ancorare de fundație. Pereții structurali trebuie proiectați astfel încât să reziste la lunecare și la răsturnare. Rezistența și rigiditatea celorlalți pereți componenți ai structurii sunt în general neglijate în cazul proiectării de rezistență la acțiunea forțelor laterale și nu sunt prevăzuți cu îmbinări și conectori asemenea pereților structurali [1].

Conform normelor americane [2], există trei metode de calcul ale pereților structurali tip framing:

- Metoda peretelui structural segmentat.
- Metoda peretelui structural pentru transferul forțelor în jurul deschiderilor.
- Metoda peretelui structural perforat.

Cea mai folosită metodă de calcul este cea a peretelui structural segmentat. De aceea, lucrarea are ca obiectiv prezentarea modului de calcul a pereților structurali pentru tipul de structură „platform framing” prin această metodă.

2. METODA PERETELUI STRUCTURAL SEGMENTAT

În principiu, un perete structural se comportă ca o grindă în consolă încastrată în fundație și este supusă acțiunii uneia sau mai multor forțe laterale (figura 1). Caracteristica de bază a acestui element este rezistența la forța tăietoare. Acest concept de „segmente” ale peretelui structural conduce la ipoteza că forțele laterale sunt de obicei distribuite uniform de-a lungul lungimii tuturor segmentelor.

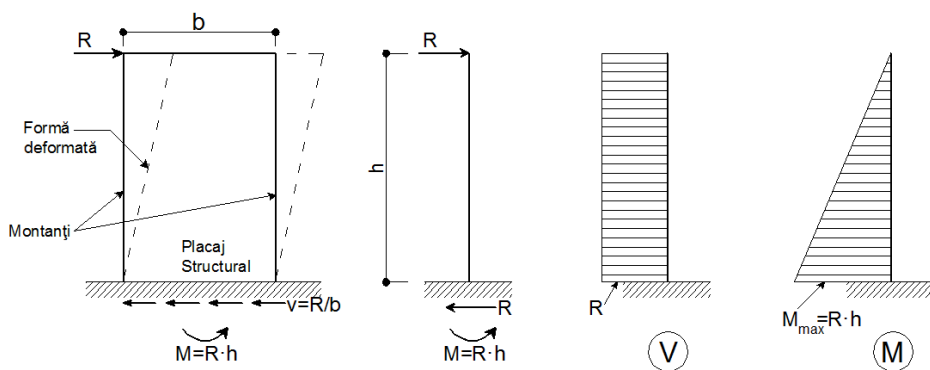


Fig. 1. Schema statică și diagramele de moment încovoietor și forță tăietoare a unui perete structural [2]: R – Reacțiuni de la planșeu/forța tăietoare de la baza peretelui structural; b – lățimea peretelui structural; h – înălțimea peretelui structural; v – reacțiunea (forța tăietoare) pe unitate de lungime din lățimea peretelui structural; M – moment încovoietor.

Metoda peretelui structural segmentat (figura 2) presupune că fiecare segment se comportă ca o grindă în consolă, fixat la bază și liber să se deformeze transversal la partea superioară. Atunci când folosim această metodă, secțiunile dintre goluri sunt considerate segmentele peretelui structural. Fiecare segment este modelat independent și proiectat în funcție de momentul de la bază, stabilit de eforturile (reacțiunile) de întindere și compresiune a montanților peretelui structural [2].

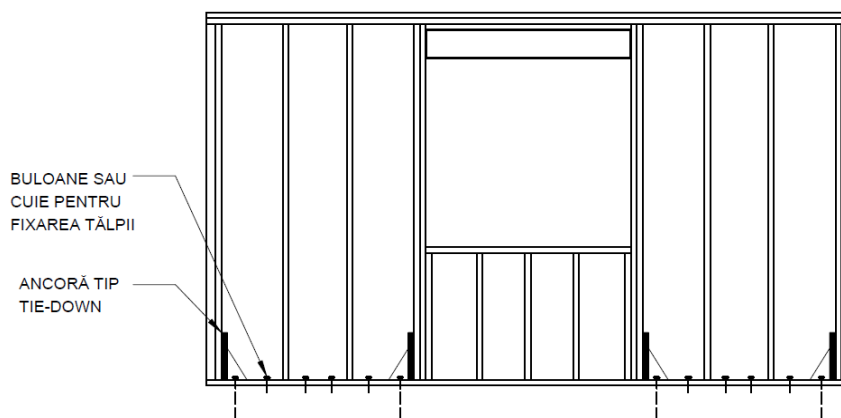


Fig. 2. Perete structural segmentat[2]

3. STUDIU DE CAZ

Pentru a prezenta metoda de calcul a peretelui structural segmentat se va proiecta peretele structural transversal al structurii din figura 3. Structura este amplasată în localitatea Iași (România) având regimul de înălțime Parter ($h = 2,70$ m). Încărcările care acționează asupra construcției sunt conform zonei Iași, România. Încărcarea din forța seismică este conform normativului de proiectare P100-1/2013 cu accelerația terenului pentru proiectare $a_g = 0,25g$ pentru zona specifică [3]. Montanții peretelui structural sunt realizați din lemn de brad și au secțiunea de 50 mm x 200 mm. Peretele este acoperit cu panouri structurale din lemn. Încărcarea din greutatea proprie a peretelui este $D=1000$ N/m². Forțele uniforme distribuite pe diafragmă (alcătuirea planșeului conferă efect de diafragmă) au valoarea $w_u = 16750$ N/m. Calculul este realizat conform metodei americane iar rezultatele sunt verificate conform normativului românesc NP005-2003.

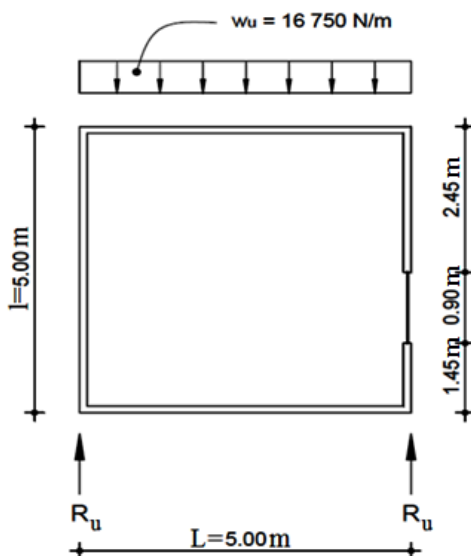


Fig. 3. Vedere în plan a construcției împreună cu încărcările orizontale[2]

Peretele structural care se va proiecta este alcătuit din două segmente fiind placat cu același tip de placaj structural (figura 4). Reacțiunea dată de diafragmă (R_u) se va calcula cu relația (1) conform [2]:

$$R_u = w_u \cdot \frac{L}{2} = 16750 \cdot \frac{5}{2} = 41875 \text{ N} \quad (1)$$

unde: w_u sunt forțele uniforme distribuite pe diafragmă provenite din acțiunea seismică în N/m; L este lungimea în plan a structurii în m.

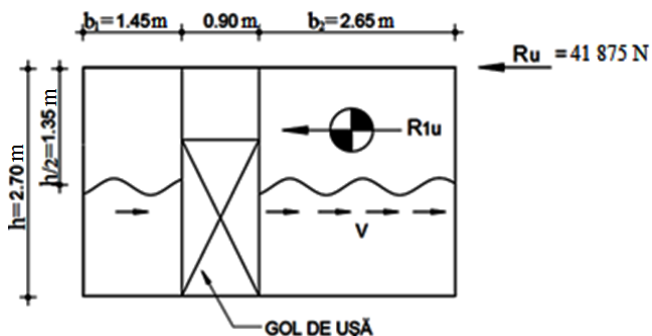


Fig. 4. Elevația peretelui structural transversal [2]

Se calculează forța seismică dată de greutatea proprie a jumătății superioare a peretelui structural (R_{1u}) cu relația (2). Anumiți proiectanți folosesc încărcarea din greutatea proprie a întregului perete.

$$R_{1u} = a_g \cdot W = a_g \cdot \left(D \cdot \frac{h}{2} \cdot b \right) = 0,25 \cdot \left(1000 \cdot \frac{2,70}{2} \cdot 5,00 \right) = 1687 \text{ N} \quad (2)$$

unde: a_g este accelerația terenului pentru proiectare; W este greutatea proprie a jumătății superioare a peretelui structural; D este greutatea proprie a peretelui pe m^2 în N/m^2 ; h este înălțimea peretelui structural în m; b este lățimea peretelui structural în m.

Se calculează forța tăietoare de bază (V_u) cu relația (3):

$$V_u = R_u + R_{1u} = 41875 + 1687 = 43562 \text{ N} \quad (3)$$

unde: R_u este reacțiunea dată de încărcarea de pe diafragmă a unui perete transversal în N; R_{1u} este forța seismică dată de greutatea proprie a jumătății superioare a peretelui structural în N.

Forța tăietoare pe unitate de lungime din lățimea peretelui structural (v_u) se calculează cu relația (4):

$$v_u = \frac{V_u}{b} = \frac{V_u}{b_1 + b_2} = \frac{43562}{1,45 + 2,65} = 10625 \frac{\text{N}}{\text{m}} \quad (4)$$

unde: V_u este forța tăietoare de bază în N; b_1 este lățimea primului segment de perete structural în m; b_2 este lățimea segmentului doi de perete structural în m.

Această valoare se va transforma în unitate de măsură imperială, deoarece trebuie să alegem tipul placajului structural din Tabelul 2306.4.1 din IBC (International Building Code). Știind că $1 \text{ lb/ft} = 14,59 \text{ N/m}$, rezultă valoarea $v = 728 \text{ lb/ft}$. Se va folosi placaj structural din lemn cu grosime de 19/32 inches (15mm), cuie standard 10d (3 in. x 0,148 in. adică 75 mm x 3,7 mm) la distanță interax de 2 in. (50 mm) pe marginile panoului și în câmp la 12 inch (300 mm) și folosirea obligatorie a blocatorilor [4].

Valoarea v_f a panoului structural ales se verifică cu valoarea v ce a rezultat din calcul.

$$v_f = 770 \frac{\text{lb}}{\text{ft}} > v = 728 \frac{\text{lb}}{\text{ft}} \rightarrow \text{Se verifică} \quad (5)$$

În continuare se proiectează montanții peretelui structural. Solicitățile din montant sunt critice datorită forfecărilor mărite care apar în perete (figura 5). Montanții pot fi verificați folosind momentul de răsturnare.

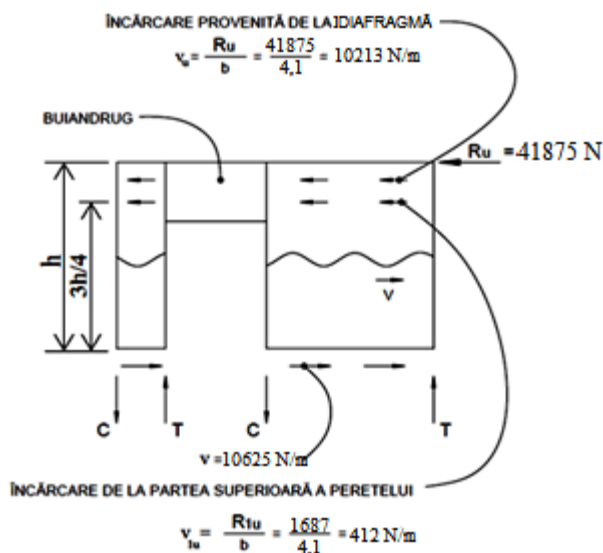


Fig. 5.Reprezentarea forțelor seismice totale (din diafragmă și greutate proprie) și a reacțiunilor produse de aceste forțe la nivelul peretelui structural [2]

Eforturile de întindere (T) și compresiune (C) în montanții din capetele segmentelor de perete structural se calculează cu relația (6) astfel:

$$T = C = v \cdot h = v_u \cdot h + v_{1u} \cdot \frac{3h}{4} = 10213 \cdot 2,7 + 412 \cdot \frac{3 \cdot 2,7}{4} = 28409 \text{ N} \quad (6)$$

unde: v este forța tăietoare pe unitate de lungime din lățimea peretelui structural în N/m; v_u este forța tăietoare pe unitate de lungime din lățimea peretelui structural provenită din încărcările diafragmei în N/m; v_{1u} este forța tăietoare pe unitate de lungime din lățimea peretelui structural provenită din greutatea proprie a jumătății superioare a peretelui structural în N/m; h este înălțimea peretelui structural în m.

Valoarea de calcul a tensiunii de întindere (f_t) și compresiune (f_c) în lungul fibrelor în montantul de secțiune 50 mm x 200 mm (figura 6) se calculează cu relația (7) conform [2]:

$$f_t = f_c = \frac{T}{A_{net}} = \frac{C}{A_{net}} = \frac{28409}{50 \cdot (200 - 25)} = 3,247 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad (7)$$

unde: T este efortul de întindere în mont ant în N; C este efortul de compresiune în montan în N; A_{net} este aria netă a secțiunii montantului în mm^2 .

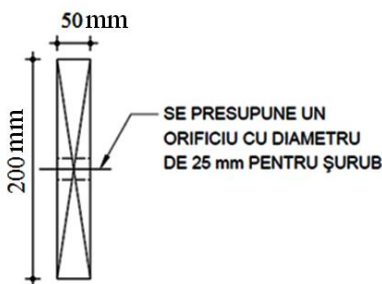


Fig. 5. Secțiune prin montantul peretelui structural[2]

Valoarea de calcul a rezistenței la întindere în lungul fibrelor (R_t^c) se calculează cu relația (8a) conform NP 005-2003 [5]:

$$R_t^c = m_{ut} \cdot m_{dt} \cdot \frac{R_t}{\gamma_t} = 0,9 \cdot 1,00 \cdot \frac{8,60}{1,40} = 5,528 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad (8a)$$

unde: m_{ut} este coeficient al condițiilor de lucru care introduce în calcul umiditatea de echilibru a materialului lemnos; m_{dt} este coeficient al condițiilor de lucru stabilit în funcție de durata de acțiune a încărcărilor în cazul întinderii; R_t este rezistența caracteristică la întindere în lungul fibrelor în N/mm^2 ; γ_t este coeficient parțial de siguranță.

Verificarea montantului supus la întindere se va face conform relației (9a):

$$f_t \leq R_t^c \Leftrightarrow 3,247 \text{ N/mm}^2 < 5,528 \text{ N/mm}^2 \rightarrow \text{Se verifică} \quad (9a)$$

unde: f_t este valoarea de calcul a tensiunii de întindere în N/mm^2 ; R_t^c este valoarea de calcul a rezistenței la întindere în lungul fibrelor în N/mm^2 .

Valoarea de calcul a rezistenței la compresiune în lungul fibrelor ($R_{c||}^c$) se calculează cu relația (8b) conform NP 005-2003 [5]:

$$R_{c||}^c = m_{uc||} \cdot m_{dc||} \cdot \frac{R_{c||}}{\gamma_{c||}} = 0,90 \cdot 1,00 \cdot \frac{12,00}{1,25} = 8,640 \text{ N/mm}^2 \quad (8b)$$

unde: $m_{uc||}$ este coeficient al condițiilor de lucru care introduce în calcul umiditatea de echilibru a materialului lemnos; $m_{dc||}$ este coeficient al condițiilor de lucru stabilit în funcție de durata de acțiune a încărcărilor în cazul întinderii; $R_{c||}$ este rezistența caracteristică la compresiune în lungul fibrelor în N/mm^2 ; $\gamma_{c||}$ este coeficient parțial de siguranță.

Valoarea de calcul a rezistenței la compresiune în plan normal pe direcția fibrelor ($R_{c\perp}^c$) se calculează cu relația (8c) conform NP 005-2003 [5]:

$$R_{c\perp}^c = m_{uc\perp} \cdot m_{dc\perp} \cdot \frac{R_{c\perp}}{\gamma_{c\perp}} = 0,90 \cdot 1,00 \cdot \frac{3,00}{1,25} = 2,160 \text{ N/mm}^2 \text{ (8c)}$$

unde: $m_{uc\perp}$ este coeficient al condițiilor de lucru care introduce în calcul umiditatea de echilibru a materialului lemnos; $m_{dc\perp}$ este coeficient al condițiilor de lucru stabilit în funcție de durata de acțiune a încărcărilor în cazul întinderii; $R_{c\perp}$ este rezistența caracteristică la compresiune în plan normal pe direcția fibrelor în N/mm²; $\gamma_{c\perp}$ este coeficient parțial de siguranță.

Verificarea montantului supus la compresiune se face conform relației (9b):

$$f_c \leq \min(R_{c\parallel}^c; R_{c\perp}^c) \Leftrightarrow 3,247 \text{ N/mm}^2 > 2,160 \text{ N/mm}^2 \rightarrow \text{NU se verifică} \quad (9b)$$

unde: f_c este valoarea de calcul a tensiunii de compresiune în N/mm²; $R_{c\parallel}^c$ este valoarea de calcul a rezistenței la compresiune în lungul fibrelor în N/mm²; $R_{c\perp}^c$ este valoarea de calcul a rezistenței la compresiune în plan normal pe direcția fibrelor în N/mm².

În acest caz se dublează montanții la capetele segmentelor de perete. Se recalculează valoarea de calcul a tensiunii de întindere și compresiune a celor doi montanți de secțiune 50 mm x 200 mm cu relația (7).

$$f_t = f_c = \frac{T}{A_{net}} = \frac{C}{A_{net}} = \frac{28409}{2 \cdot [50 \cdot (200 - 25)]} = 1,623 \text{ N/mm}^2$$

Se verifică montantul supus la compresiune conform relației (9b):

$$f_c \leq \min(R_{c\parallel}^c; R_{c\perp}^c) \Leftrightarrow 1,623 \text{ N/mm}^2 < 2,160 \text{ N/mm}^2 \rightarrow \text{Se verifică}$$

Dintr-o varietate de motive referitoare la detaliile de montaj, de obicei este de preferat de a avea doi montanți de secțiune 50 mmx 200 mm sau unul de secțiune 100 mm x 200 mm la capetele peretelui structural, chiar dacă conform calculelor ar fi fost suficient doar un montant de secțiune 50 mmx 200 mm [2].

4. CONCLUZII

Normele americane prevăd trei metode de calcul ale pereților structurali tip framing dintre care cea mai folosită este metoda peretelui structural segmentat.

S-a realizat calculul unui perete structural a unei construcții din lemn tip framing conform prevederilor din normele americane, rezultatele fiind verificate după normele românești în condițiile:

- s-au considerat pentru calcul acțiunile climatice și seismice corespunzătoare zonei Iași, România;
- peretele structural este alcătuit din două segmente;
- se va folosi panou structural din lemn cu grosime de 15 mm, cuie standard 10d (75 mm x 3,7 mm) la distanță interax de 50 mm pe marginile panoului iar în câmp la 300 mm folosirea obligatorie a blocatorilor;
- se vor folosi doi montanți de secțiune 50 mm x 200 mm din lemn de brad pentru toți montanții de la extremitățile segmentelor pereților structurali.

Studiul de caz prezintă o analiză simplificată a calculului unui perete structural tip framing prin metoda peretelui structural segmentat.

Bibliografie

1. Thallon, R., *Graphic Guide to Frame Construction*, 3RD Edition, The Tauton Press, U.S.A., 2008.
2. Breyer, D.E., Fridley, K.J., Cobein, K.E., Pollock, D.G., *Design of Wood Structures – ASD/LRFD*, Sixth Edition, McGraw-Hill, U.S.A., 2007.
3. Normativ P 100-1/2013, *Cod de proiectare seismică, Partea I: Prevederi de proiectare pentru clădiri*, Monitorul oficial al României, București, 2013.
4. International Code Council (ICC), *International Building Code 2006*, Chapter 23, New Jersey Edition, U.S.A., 2006.
5. NP 005-2003, *Normativ privind proiectarea construcțiilor din lemn (revizuire NP 005-96)*, Monitorul Oficial al României, București, 2003.

O altă perspectivă în analiza compresibilității pământurilor

Ilaș Andrei ¹,

¹doctorand, Facultatea de Construcții și Instalații Iași, ilas_andrei@yahoo.com

Rezumat

În cadrul articolului este prezentată o nouă aparatură de laborator invenție a îndrumătorului de doctorat prof.univ.dhc.dr.ing Anghel Stanciu care are ca scop determinarea cât mai exactă a comportării pământurilor la compresiune. Fără doar și poate veridicitatea rezultatelor furnizate modelelor numerice de analiză și calcul sunt dependente de acuratețea stabilirii în experiment, în laborator și în situ, a legilor de comportare, respectiv a legilor constitutive a pământurilor. Aparatura reprezintă subiectul principal al lucrării de doctorat și are ca scop determinarea parametrilor fizico-mecanici ai pământurilor cu o cât mai mare exactitate, respectiv să reproducă cât mai fidel comportamentul pământului din situ. Scopul final al cercetării este de a elimina posibilitatea obținerii unei subdimensionări a lucrărilor, astfel eliminându-se implicațiile aferente unor astfel de situații.

Cuvinte cheie: compresibilitatea pământurilor, încercarea edometrică, încercarea cu placa, încercarea triaxială, consolidometru.

1. INTRODUCERE

De-a lungul timpului numeroși specialiști geotehnicieni au atras atenția comunității științifice, asupra corelației dintre modul de comportare per total al pământului și al determinării rezistențelor sale mecanice, prin calculul acceptat ce implică aplicarea ipotezelor, respectiv metodologiilor din Teoria Elasticității, ce au fost concepute inițial pentru a determina comportarea metalelor precum oțelul.

Utilizarea celor trei ipoteze idealizate din Teoria Elasticității, în care pământurile sunt asimilate ca un corp omogen, continuu și izotrop nu este chiar adevărată pentru majoritatea profilelor naturale de pământ. De exemplu, dacă apa conținută într-un pământ ar fi acționată doar de forța gravitațională, atunci pământul de deasupra nivelului apei subterane ar trebui să fie perfect uscat. În realitate, indiferent de tipul de pământ avut în discuție, acesta este în întregime saturat pe o anumită înălțime deasupra nivelului apei subterane și apoi parțial saturat deasupra acestui din urmă nivel. Apa care umple porii pământurilor situate deasupra nivelului apei subterane este definită ca fiind umiditatea pământurilor, iar aceasta

conform explicației variază dintr-un punct în altul împreună cu rezistențele mecanice ale pământului.

Luând în considerare că pământurile spre deosebire de materialele de construcții precum oțelul, betonul, lemnul sunt alcătuite ca sisteme disperse trifazice. Adică sunt compuse din fază solidă-lichidă-gazoasă, iar mediul de dispersiune fiind reprezentat de aer și apă, iar dispersoidul fiind partea solidă de diferite dimensiuni. Se poate spune astfel că raportul dintre cele trei componente determinante este funcție de structura pământului, influențată per ansamblu de dispunerea particulelor de parte solidă între ele, respectiv și de acțiunile la care au fost supuse de-a lungul istoricului lor. Atunci se poate spune că pământurile în primul rând sunt caracterizate prin neomogenitate în stratificație, ceea ce le conferă un comportament diferit față de materialele sus menționate și un comportament unicat în stratificație și nu numai. Astfel datele obținute în urma analizei pământurilor vor varia de la o locație la alta.

Prin urmare mecanica pământurilor se ocupă cu determinarea stării de tensiune și deformații induse (de construcțiile terestre) în punctele semispațiului sau semiplanului, de forțele exterioare aplicate pe suprafața lor, pentru a obține comportamentul necesar unei exploatați normale (S.L.E.N.) a construcțiilor, respectiv pentru a nu-și pierde capacitatea portantă (S.L.C.P.). Așadar, mecanica pământurilor cuantifică posibilitatea pământurilor de a se deforma prin intermediul noțiunii de compresibilitate. Ca și în cazul materialelor de construcții (sus menționate), și din pământuri sunt prelevate probe cu scopul de a determina caracteristicile fizico-mecanice.

În cazul pământurilor există trei tehnici principale pentru obținerea eșantioanelor de pământ: prelevare prin forare (prelevare continuă), prelevare cu ajutorul prelevatoarelor, prelevare de blocuri; precum și combinații ale acestor metode funcție de condițiile geologice din teren și scopul investigațiilor ulterioare. În practică de regulă se extrag epruvete din probe netulburate pentru a se determina caracteristicile fizico-mecanice ale pământurilor conform reglementărilor românești aflate în vigoare la data respectivă.

Rigurozitatea vine tocmai din necesitatea obținerii unor rezultate ale rezistențelor mecanice cât mai veridice condițiilor reale din teren. Astfel că scopul principal este de a realiza determinările de laborator, necesare, pe eșantioane la care remanierea structurii este cât mai aproape de zero prin procesul de prelevare, manipulare și transport a pământurilor in situ și din situ până la demararea încercărilor specifice, în aparatele din cadrul laboratoarelor geotehnice.

De regulă, pentru studiul compresibilității pământurilor respectiv pentru a defini cantitativ compresibilitatea acestora, în practica curentă a laboratoarelor geotehnice se realizează încercarea edometrică, de unde se obține în primă fază curba de compresiune-tasare sau compresiune-consolidare (precum se definește cantitativ raportul dintre tensiuni pentru o probă din oțel prin obținerea curbei caracteristice a

oțelului, prin inducerea unei tensiuni omogene într-o probă fasonată). Pe baza acestei din urmă încercări s-a stabilit legea lui Hooke care se aplică cu precădere și în mecanica pământurilor. Astfel diferențele în ceea ce privește natura diferită a acestor materiale, precum și diferența dintre procedeele de încercare, pun în discuție corectitudinea evaluării comportării la compresiune a pământurilor.

Se propune în cele ce urmează o nouă aparatură ce poartă numele de Consolidometru și care are ca scop o evaluare mult mai exactă a comportării pământurilor la compresiune. Această nouă aparatură de laborator este concepută să se plieze pe modul de comportare al pământului sub încărcări și permite totodată realizarea unei analize comparative cu încercările deja consacrate și acceptate de către reglementările și normele aflate în vigoare.

2. METODOLOGIA CERCETĂRII

2.1. Tipuri de încercări similare cu cele ale Consolidometrului

Metodologiile de studiu a compresibilității pământurilor sunt diferențiate în două categorii: încercări în laborator (încercarea edometrică, monoaxială și triaxială) și respectiv în situ (încercarea cu placa, încercarea penetrometrică, încercarea presiometrică sau cu metode seismice, etc...).

Consolidometrul reunește în același aparat încercarea edometrică și încercări similare cu încercarea cu placa și încercarea triaxială.

2.1.1. Încercarea Edometrică

Studiul compresibilității pământurilor în laborator prin încercarea edometrică se realizează în Edometru, Fig.1, conform STAS 8942/1-89, iar prin intermediul acesteia se obțin în principal curbele de compresiune-tasare respectiv compresiune-consolidare, implicit curba compresiune-porozitate și indicatorii proprietăților mecanice M – modulul de deformare edometric, m_v – coeficientul de compresiune volumică, a_v – coeficientul de compresibilitate, c_v – coeficientul de consolidare, C_c – indicele de compresibilitate, σ'_p – presiunea de preconsolidare.

În principal, încercarea edometrică constă în supunerea unei epruvete (probe netulburate) de pământ, unei tensiuni verticale, variabile în trepte (0.1; 0.2; 0.5; 1.0; 2.0; 5.0 daN/cm²) și urmărirea tasărilor sub fiecare treaptă de încărcare și înregistrarea evoluției lor în timp.

Măsurarea tasărilor se face sub fiecare treaptă de încărcare constantă după 1 min; 30 min; 1 h; 2h și apoi din oră în oră până la stabilizarea tasărilor (trei citiri succesive la interval de o oră să nu difere cu mai mult de 0.01 mm), urmând ca după stabilizare să se treacă la următoarea treaptă de încărcare.



Fig. 1. Prezentarea Edometrului

2.1.2. Încercarea cu Placa

Studiul compresibilității pământurilor în situ prin încercarea cu placa se realizează conform STAS 8942/3-90, iar prin intermediul acesteia se obțin rezultatele necesare pentru trasarea curbei de compresiune-tasare, stabilirea presiunii plastice (notată p_{pl}), calculul modulului de deformare liniară (notat E) a pământului pentru domeniul de presiuni, coeficientul de pat/tasare (notat K_s) și determinarea presiunii limită de proporționalitate (notată p_l).

În principal, încercarea cu placa constă în încărcarea printr-un mijloc oarecare (lestare sau presă hidraulică), în trepte a unei plăci circulare sau pătrate, rigide și măsurarea tasărilor înregistrate. Ansamblul placă circulară rigidă respectiv dispozitivele de măsurare și înregistrare a tasărilor sunt prezentate în Fig. 2.



Fig. 2. Încercarea cu placa

Rezultatele încercărilor se raportează grafic printr-o diagramă centralizată care conține variația presiunii nete pe placă (p_{net}), cu timpul (t) de la aplicarea acesteia cu variația tasării stabilizate (s) în funcție de timp și variația tasării stabilizate față de presiunea netă (p_{net}) pe placă. Pe baza acestor date reprezentate grafic se determină parametrii menționați mai sus ce definesc compresiunea/rezistența pământurilor.

2.1.3. Încercarea Triaxială

Încercarea triaxială permite studiul compresibilității pământurilor oferind posibilitatea variației după necesități a tensiunilor principale σ_1 (presiunea verticală, realizată prin intermediul platanului superior acționat de o forță) și $\sigma_2=\sigma_3$ (presiunile laterale, realizate cu ajutorul unui fluid, respectiv apă, aflată sub presiune).

În principal celula triaxială oferă posibilitatea reconsolidării probelor de pământ recoltate și a le supune apoi unei stări de tensiune triaxiale/axiale simetrice prin intermediul celulei triaxiale. Sub aceste acțiuni dispozitivele optice, electrice și hidraulice atașate celulei triaxiale permit, după caz, măsurarea deformațiilor probei în plan vertical, în plan orizontal, a presiunii apei din pori precum și a variațiilor de volum ale probei (STAS 8942/5-75). Ansamblul de piese a aparatului triaxial este prezentat în Fig. 3.



Fig. 3. Încercarea triaxială

Prin intermediul acestei încercări se obține curba de variație a deformației specifice $\varepsilon_z = \varepsilon_1$ în raport cu deviatorul $\Delta\sigma$, curba de variație a deformației specifice verticale în funcție de raportul tensiunilor principale efective σ_1/σ_3 și curba de variație a presiunii apei din pori u.

2.2. Consolidometrul

Se propune în cele ce urmează o nouă aparatură invenție a îndrumătorului de doctorat prof.univ.dhc.dr.ing. Anghel Stanciu ce poartă numele de Consolidometru și metodologia acestuia de studiu a compresibilității pământurilor.

Consolidometrul oferă posibilitatea realizării consolidării probelor (până la presiunea de preconsolidare σ'_p), precum și efectuarea a patru tipuri de încercări: două similare cu încercarea de tip placă (cu și fără perturbarea probei prin operațiunea de recoltare), o încercare similară cu cea de tip triaxial (cu deformație laterală parțial împiedicată) și o încercare de tip edometru. Astfel aparatul prezentat în Fig. 4 are scopul de a crea o corespondență biunivocă între curbele compresione-

tasare stabilite în edometru și în situ, prin păstrarea acelorași dimensiuni pentru stampa de încercare.



Fig. 4. Vedere generala a Consolidometrului

Principiul general al Consolidometrului, respectiv al încercărilor constă în reproducerea cât mai fidelă a drumurilor de eforturi parcurese de o probă, în situ și până în laborator. Toate tipurile de încercări se pot executa pe pământ normal consolidat și supraconsolidat, pe probe cu structură normală sau artificială, iar dimensiunile probei au fost astfel alese încât izobarele corespunzătoare tensiunilor verticale (σ_z), împingerile orizontale (σ_x) și tensiunile tangențiale τ_{xz} să fie închise în probă. În Fig. 5 se pot observa probele încercărilor de tip I, II și III.



Fig. 5. Forma probelor scoase din Consolidometru

2.2.1. Încercarea de tip I a Consolidometrului

Încercarea de tip I este similară unei încercări de tip placă și se execută într-un spațiu realizat prin decuparea unui volum de pământ de formă cilindrică. Epruveta de pământ extrasă din proba de pământ normal consolidată este apoi prelucrată pentru a fi încercată în edometrul atașat Consolidometrului. Încercarea edometrică reprezintă încercarea de tip IV a Consolidometrului și va fi descrisă la punctul 2.2.4.

Se are în vedere că prelevarea de probe pentru efectuarea în paralel a încercării edometrice și a încercării de tip placă perturbă proba inițială prin procesul de recoltare și pregătire a probelor pentru încercare.

Scopul efectuării concomitente a încercărilor de tipul I și IV este de a determina prin studiul comparat curbele compresiune-tasare obținute pe probe edometrice și printr-o încercare de tip placă pe baza indicatorilor proprietăților mecanice (M , m_v , a_v , c_v , C_c , σ'_p prezentați la pct. 2.1.1) și a energiilor complementare de deformare; de a estima presiunea de preconsolidare impusă în prealabil pe baza încercării edometrice; de a determina efectul supraconsolidării asupra compresibilității pământului și efectul acestuia materializat în curbele de compresiune-porozitate și de a stabili coeficienții M_0 ce corectează modulul de deformare edometric:

$$E = M_0 \cdot M \quad (1)$$

2.2.2. Încercarea de tip II a Consolidometrului

Încercarea de tip II este similară unei încercări de tip placă, dar cu plasarea stampe de încercare în interiorul probei de la începutul consolidării. Această încercare este similară ca procedură și urmărește aceleași scopuri cu cea de tip I, doar că se evită perturbarea probei prin operația de recoltare a probelor edometrice, iar stampa de încercare se plasează în interiorul probei de la începutul procesului de consolidare.

2.2.3. Încercarea de tip III a Consolidometrului

Încercarea de tip III prezintă similitudine cu încercarea triaxială și urmărește stabilirea curbei de compresiune-tasare pentru probe de înălțime dată cu deformare laterală parțial împiedicată, de rezistența pământului ce înconjoară coloana de pământ. Probele sunt netulburate deoarece ștampa inferioară și cea superioară sunt plasate încă de la început în probă, astfel putându-se totodată regla înălțimea probei.

2.2.4. Încercarea de tip IV a Consolidometrului

Încercarea de tip IV este o încercare de tip edometru cu deformarea laterală complet împiedicată. Prin această încercare se urmărește evidențierea efectului perturbării probelor edometrice prin operațiile de recoltare și încercare în edometru.

3. REZULTATE CANTITATIVE, CALITATIVE ȘI INTERPRETĂRI

Metodologiile existente în literatura de specialitate, unele reflectate în norme, recomandări sau standarde, nu permit estimarea cu suficientă precizie a presiunii de

preconsolidare și implicit a corecțiilor curbilor de compresiune-tasare, iar stabilirea rezultatelor este dependentă în mare măsură de operatori.

Totodată cum încercările în situ cu o stampă edometrică ar fi dificil de realizat și foarte costisitoare cu parametri greu controlabili îndrumătorul de doctorat prof.dhc.dr.ing Anghel Stanciu propune un aparat numit Consolidometru care să permită reproducerea în cât mai mare măsură a parametrilor din situ.

Consolidometrul face posibilă comparația între comportamentul pământului în situ (determinat printr-o încercare de tip placă cu și fără perturbarea probei) și laborator (prin încercarea edometrică) prin păstrarea dimensiunilor stampe de încercare, respectiv pe baza indicatorilor compresibilității, enumerați la pct. 2.1.1. Acest lucru este posibil prin echivalarea curbilor edometrice cu cele din situ pe baza teoriei stratului echivalent a lui Țițovici privitoare la calculul tasărilor.

Pe baza comparării valorilor numerice ai acestor indicatori, corespunzători încercărilor edometru-situ, se urmărește precizarea sensului și mărimii aproximațiilor făcute și indicarea eventualelor mijloace de corecție a rezultatelor încercărilor edometrice.

Consolidometrul integrează patru tipuri de încercări care au ca principiu general reproducerea cât mai fidelă a drumurilor de efort parcurs de o probă, în situ și în laborator.

Încercarea de tip I a Consolidometrului presupune în primă fază consolidarea probei, adusă inițial la limita de curgere sub o presiune de preconsolidare impusă (σ'_p) de unde se va obține curba de compresiune-consolidare la presiunea de preconsolidare impusă și egală cu σ'_p . În continuare se va extrage o epruvetă din proba de pământ consolidată, pe care se vor efectua încercări edometrice clasice rezultând curbele caracteristice ale acestui timp de încercare, aceasta din urmă fiind încercarea de tip IV. Tot la încercarea de tip I se va continua cu pregătirea probei inițiale pentru încercarea de tip placă prin polizarea găurii de unde a fost extrasă epruveta pentru încercarea edometrică clasică. Ultima etapă constă în efectuarea încercării de tip placă, de unde se va obține curba de compresiune-tasare în situ printr-o încercare de tip placă cu deformare laterală parțial împiedicată.

Încercarea de tip II a Consolidometrului presupune inițial consolidarea probei cu plasarea de la început a stampe de încercare, urmat de încercarea propriu-zisă de tip placă de unde se va obține curba de compresiune-tasare în situ, fără perturbarea probei.

Încercarea de tip III a Consolidometrului presupune consolidarea probei, cu plasarea de la început a stampe inferioare și superioare necesare pentru a realiza încercarea de tip triaxial stabilindu-se astfel coloana de înălțime h a probei încercate. Ultima parte a acesteia constă în efectuarea încercării și stabilirea cursei de compresiune-tasare, compresiune-porozitate și dreapta intrinsecă.

Încercarea de tip IV este o încercare de tip edometru cu deformare laterală complet împiedicată și urmărește evidențierea efectului perturbării probelor edometrice prin operațiile de recoltare și încercare în edometru.

Pentru un control cât mai bun asupra comportării pământului încercat s-a ales pentru studiu în încercările enumerate mai sus argila caolinitică, care ca structură este formată din pachete suprapuse din tetraedre de siliciu și octaedre de aluminiu. Astfel datorită structurii sale caolinitul prezintă o anumită rigiditate a rețelei sale cristaline în raport cu apa și deci un potențial de umflare-contrație redus, iar introdus în apă nu se dispersează în particulele componente.

4. CONCLUZII ȘI DEZVOLTĂRI ULTERIOARE

Studiile geotehnice furnizează pe baza încercărilor de laborator parametri fizico-mecanici necesari pentru proiectarea fundațiilor precum: greutate volumice, fracțiuni granulometrice (A_i , P_i , N_i), indicatori ai plasticității și gradului de îndesare (I_p , I_c , C_i), indicatori privind compresibilitatea pământurilor (M , E , a_{vi} , m_v) și indicatori privind rezistența la forfecare a pământului (ϕ , c).

Toți acești parametri se determină pe probe de pământ recoltate din amplasamentul viitoarelor construcții, suportând un anumit grad de tulburare care împreună cu efectele de comprimării prin recoltare și experiența operatorilor induc anumite erori de apreciere a valorilor reale. Totodată tehnologiile existente au un set de limitări în ceea ce privește determinarea caracteristicilor mecanice în laborator prin încercarea la compresiune a pământurilor.

Spre exemplu în cazul încercării edometrice trebuie remarcat faptul că toți parametri determinați prin această încercare sunt determinați pe probe cilindrice cu deformare laterală împiedicată și cu drenarea apei din pori pe fețele inferioare și superioare, metodologie ce diferă de modul real de lucru al pământului în situ, unde deformarea este parțial împiedicată de pământul din jur.

În ceea ce privește încercarea triaxială, în realitate, în situ deformarea unui element de volum este parțial împiedicată de elementele de volum din imediata vecinătate. Gradul de împiedicare a deformăției laterale este dictat atât de proprietățile fizico-mecanice ale pământului cât și de starea de tensiuni indusă în teren de construcții.

Prin cele prezentate anterior s-a evidențiat necesitatea realizării unei aparaturi adecvate reconstituirii drumului de efort suportat de probă din faza de geneză până la încercare pentru a se evidenția natura și mărimea erorilor posibil a se produce în evaluarea parametrilor compresibilității și implicit asupra valorilor reale a tasărilor construcțiilor.

Astfel Consolidometrul prin metodologia propusă în cuprinsul lucrării oferă posibilitatea comparării rezultatelor din încercările edometru-situ. Corespondența

biunivocă între curbele de compresiune-tasare stabilite în edometru și în situ este posibilă datorită păstrării acelorași dimensiuni pentru stampa de încercare, în ambele cazuri. Comparăția între comportamentul pământului în situ și laborator ar putea fi efectuată în măsura în care curbele edometrice ar putea fi echivalate cu cele stabilite în situ. Așadar, dacă curbele C-T vor fi echivalente cu cele stabilite în situ, atunci echivalența s-ar putea face pe baza teoriei stratului echivalent a lui Țițovici privitoare la calculul tasărilor.

Bibliografie

1. Anghel S., Irina L., *Fundații – Fizica și mecanica pământurilor*. Vol. 1, Editura Tehnică, București, 2006.
2. Stanciu A., Lungu I., *A new methodology of determination of soil compressibility*. Proceedings of the XVII International Conference of Soil Mechanics and Geotechnical Engineering, Alexandria, Egypt. 2009.
3. Stanciu A., Lungu I., Ivănescu M., *Un nou concept în evaluarea compresibilității pământurilor*. Simpozion Infrastructuri Eficiente pentru Transporturi Terestre, Zilele Academiei Timișorene, ed. VIII, Timișoara, România, 22-23 mai 2003, Editura Solness, pag. 388-396.
4. Chen W.F., Liu X.L., *Limit analysis in soil mechanics*. Vol. 52, Ed. Elsevier Science Publishers B.V., New York, 1990.
5. Das M.B., *Advanced Soil Mechanics*. Vol. 3, Ed. Taylor&Francis, New York, 2008.
6. Day P., *What is failure*. Chapter 2, Ed. Forensic Geotechnical Engineering October 2009, International Society For Soil Mechanics And Geotechnical Engineering TC 40.
7. Robinson R.G., *Laboratory tests in forensic investigations*. Chapter 6, Ed. Forensic Geotechnical Engineering October 2009, International Society for Soil Mechanics and Geotechnical Engineering TC 40.
8. Terzaghi K., Ralph B.P., Gholamreza M., *Soil mechanics in engineering practice*. Vol. 3, Ed. Wiley-Interscience Publication, New York, 1996.
9. Murthy V.N.S., *Geotechnical Engineering – Principles and Practices of Soil Mechanics and Foundation Engineering*. Ed. Marcel Dekker, New York, 2003.
10. Yingfa L., *Deformation and failure mechanism of slope in three dimensions*. Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering, Vol. 7, Issue 2, 2015, pp 109-119.
11. SR EN ISO 22475-1: Investigații și încercări geotehnice, 2008.

Posibilități de utilizare a rocilor bituminoase din România în tehnica rutieră

Gabriela Ioniță¹,

¹doctorand, Facultatea de Construcții și Instalații Iași

REZUMAT

Cererea crescută de bitum pentru construcția drumurilor a condus la reluarea în România a utilizării nisipurilor bituminoase la prepararea mixturilor asfaltice pentru îmbrăcăminte rutieră și a straturilor de bază.

Acest lucru conduce, în zone limitrofe zăcămintelor de nisipuri bituminoase, la obținerea de economii însemnate.

În paralel se continuă analiza posibilităților de obținere prin măcinare a filerelor rutiere provenite din zona Anina.

Cuvinte cheie: roci bituminoase, nisip bituminos, șist bituminos.

1. INTRODUCERE

În general, bitumurile naturale nu se găsesc în stare pură, ci asociate cu substanțe minerale care se cunosc sub numele de asfalturi naturale.

La noi în țară se găsesc roci asfaltice în județul Bihor, Prahova și Caraș – Severin, unde se găsesc șisturi bituminoase.

În Bihor se găsește bitum natural în bazinul Derna-Tătăruș-Budoii, lângă Oradea, sub formă de impregnații în nisip, substanța impregnată fiind numită impropriu gudron, de fapt un bitum foarte moale care trebuie prelucrat pentru a se obține un bitum rutier. Nisipul conține în medie 10-20% bitum, separarea făcându-se cu apă caldă slab alcalinizată. S-a încercat extragerea substanței bituminoase cu benzină și cu lampant, însă nu s-a ajuns la un rezultat favorabil. [1]

Nisipul bituminos de la Derna-Tătăruș este folosit la lucrările de asfaltare de pe plan local dar și în industria chimică (după ce se separă bitumul de nisip).

La Matița și Păcureți, în județul Prahova, se găsesc impregnații de bitum în argilă și nisip fin cu un conținut de 10-12 % bitum pur, de foarte bună calitate. Aceste nisipuri bituminoase în amestec cu bitum rezidual sunt folosite la lucrările de asfaltare pe plan local.

Șisturile bituminoase din județul Caraș - Severin, mai exact de la Anina și Doman, sunt primele roci studiate mai îndeaproape, întrucât, între 1854 și 1883, au făcut chiar obiectul unei exploatare pentru obținerea gudroanelor prin distilare uscată. [2] Cantitățile de ulei de șist obișnuite în bitumolitele de la Anina se mențin între 45 și 65l/t. [3]

Cererea tot mai mare de bitum pentru construcția drumurilor a făcut ca aceste materiale locale să intre în atenția constructorilor rutieri.

2. SITUAȚIA ACTUALĂ

Structura și compoziția bitumurilor naturale este asemănătoare cu ale bitumurilor de petrol; ceea ce le conferă superioritate în comportare este conținutul uneori mai ridicat în acizi asfaltogeni și anhidridele lor.

În tabelul de mai jos este dată compoziția bitumului extras din nisipurile de la Derna - Tătăruș și Matia.

Tab. 1. Bitumurile extrase din nisipurile de la Derna-Tătăruș (Bihor) și Matia (Prahova)

Compoziția pe fracțiuni		Bitumuri naturale din nisip			
		Derna-Tătăruș		Matia	
		în asfalt	la % bitum pur	în asfalt	la % în bitum pur
Uleiuri minerale neutre		40,8	46,1	9,68	38,5
Gudroane neutre		12,3	14,1	6,81	27,1
Asfaltene (solubile în benzen cald)		27,7	31,8	5,18	20,6
Acizi asfaltogeni și anhidride acide	Soluție în eter metilic %	3,9	4,5	2,14	8,5
	Soluție în benzen alcool %	0,1	0,1	0,09	0,3
Insolubile în piridină		12,8	-	72,36	-
Umiditate (volatile la 105 °C)		-	-	2,48	-
		100	100	100	100

Șisturile bituminoase sau piroșisturile sunt alcătuite din argile sau marne impregnate cu un bitum insolubil. Deoarece bitumul este puternic mineralizat el nu poate fi separat nici prin tratarea cu solvent, nici prin spălare cu apă caldă.

În România, șisturile bituminoase se găsesc în tot lanțul munților Carpați.

În continuare sunt prezentați componenții șisturilor bituminoase din zona Anina (tab. 3) și Carpații Orientali (tab. 4).

Tab. 2. Gradul de adezivitate (Riedel și Weber) la bitumul din nisipurile bituminoase de la Derna-Tătăruș (Bihor) și Matița (Prahova)

Tipul de rocă	Bitum natural din nisip de:	
	Derna-Tătăruș	Matița
	Grad de adezivitate	
Granit	10	10
Gneis	10	10
Gresie silicioasă	10	10
Bazalt	10	10
Calcar	10	10

Tab. 3. Componenții șisturilor bituminoase din zona Anina

Componenți [%]	Flancul estic	Flancul vestic	Periclinul nordic	Tipuri petrografice		
				Bitumolit obișnuit	Bitumolit argilos	Bitumolit grezo-cărbunos
SiO ₂	39,89	42,80	38,28	39,59	44,11	39,59
Al ₂ O ₃	25,16	25,04	20,11	23,67	29,98	24,09
TiO ₂	0,97	0,95	0,77	0,87	0,94	0,96
Fe ₂ O ₃	6,09	4,52	9,21	5,73	1,88	0,77
CaO	0,41	0,29	2,44	0,51	0,41	0,27
MgO	0,42	0,39	0,56	0,20	0,19	0,17
Na ₂ O	0,02	0,05	0,18	0,05	0,26	0,06
K ₂ O	1,36	1,49	1,49	1,62	1,48	1,51
MnO	0,08	0,06	0,14	0,10	0,04	0,02
P ₂ O ₅	0,38	0,28	0,20	0,13	0,10	0,20
Sulf	0,38	0,43	0,92	0,20	0,16	0,09

Tab. 4. Componenții șisturilor bituminoase din Carpații Orientali

Unități → Componenți ↓	Pânză de Tarcău			Pânză de Vrancea	
	Litofaciesul de Fusaru	Litofaciesul de Moldovița	Litofaciesul de Kliwa	Disodile inferioare	Disodile superioare
SiO ₂	50,23-60,48	41,60-66,45	36,45-77,87	36,71-69,39	46,18-73,95
TiO ₂	0,35-0,67	0,50-0,90	0,31-1,98	0,08-0,76	0,07-1,03
Al ₂ O ₃	16,37-23,37	10,65-15,55	9,93-21,95	8,25-15,68	6,47-25,78
Fe ₂ O ₃	4,79-8,84	1,68-3,88	0,46-20,60	3,06-8,06	2,03-7,81
CaO	0,93-6,64	0,19-11,49	0,01-16,28	0,51-5,76	0,73-13,40
MgO	0,84-3,08	1,10-1,82	0,49-7,52	0,95-2,85	0,46-2,36
Na ₂ O	1,24-1,72	0,20-1,30	0,28-0,64	0,32-0,90	0,05-1,40
K ₂ O	2,50-4,05	1,75-2,80	0,78-3,75	1,25-2,35	1,20-3,66

3. TEHNOLOGII UTILIZATE

Deoarece consistența bitumului natural din nisipul bituminos este foarte redusă (punct de înmuiere 10 ...17 °C) ea trebuie corectată cu un adaos de bitum dur. [4, 5, 6].

Pentru utilizarea nisipurilor bituminoase la producerea mixturilor asfaltice cu adaos de bitum dur se pot utiliza următoarele instalații:

a) Instalația tip ANG cu încălzire în echicurent

Procesul tehnologic de preparare a mixturilor asfaltice cu nisip bituminos în aceste instalații este similar cu cel aplicat în cazul mixturilor cu bitum de petrol. Componentii mixturii, cu excepția filerului și a bitumului dur, sunt introduși în uscător, de unde, la temperatura prescrisă trec în malaxor (pe șarje conform dozaajului) împreună cu filerul rece și bitumul dur de adaos cald, mixtura gata preparată fiind trecută apoi în buncărul de stocare. Deosebirea față de mixturile de bitum de petrol constă în faptul că agregatele naturale și nisipul bituminos intră în uscător în echicurent cu flacăra injectorului.

Operațiile implicate de tehnologia de lucru în acest caz se desfășoară după cum urmează:

- dozarea materialelor se face gravimetric pentru fiecare component, aplicându-se corecția de umiditate; în cazul în care nu se poate asigura dozarea gravimetrică pentru toate materialele, se admite ca agregatele naturale (cribluri, pietriș, nisip) să fie dozate volumetric, fiind însă obligatorie dozarea prin cântărire a nisipului bituminos, a bitumului dur și a filerului;

- nisipul bituminos pregătit și agregatele naturale prescrise de rețetă se dozează și se introduc apoi într-un dispozitiv de amestecare de unde amestecul omogen de materiale este trecut prin cupele reci, în uscător. Aici se produce uscarea și încălzirea materialelor, astfel încât la ieșire temperatura amestecului să fie conform tabelul 5.

- pentru reținerea eventualilor bulgări de nisip bituminos care nu s-au desfăcut la trecerea prin uscător, se va monta la ieșirea din uscător un ciur pentru granulație de 40 mm. Bulgării reținuți vor reintroduși în procesul tehnologic prin cupele reci.

- cu ajutorul cupelor calde, amestecul de nisip bituminos și agregate naturale trece în siloz, de unde se introduce apoi în malaxor în șarje de 300-350 kg conform compoziției stabilite în laborator;

- bitumul dur de adaos se introduce în malaxor la temperatura prevăzută în tabelul 5, cântărit prin cupa de bitum. Filerul rece se introduce prin cupa de filer. Durata de malaxare va fi de 1-1,5 minute (la limita inferioară pentru betonul asfaltic și anrobatul bituminos și la limita superioară pentru mortar și beton asfaltic).

-la ieșirea din malaxor, mixtura, cu temperatura cuprinsă în intervalul prescris în tabelul 5, se descarcă în buncăr de unde este transportată la locul de punere în operă. [7]

Tab. 5 Regimul de uscare și încălzire a componentilor mixturilor asfaltice

Materiale	Mixturi cu nisip bituminos și adaos de bitum dur		Mixturi cu nisip bituminos fără adaos de bitum dur
	Instalație ANG cu încălzire în echicurent	Instalație uscător-malaxor	Instalație uscător-malaxor
	Temperatura, ° C		
-agregate naturale la ieșirea din uscător	160-180	-	-
-bitum dur cu adaos	180-200	-	-
-mixtura la ieșire din malaxor sau din uscător-malaxor	150-170	150-170	175-190

b) Instalația tip uscător-malaxor

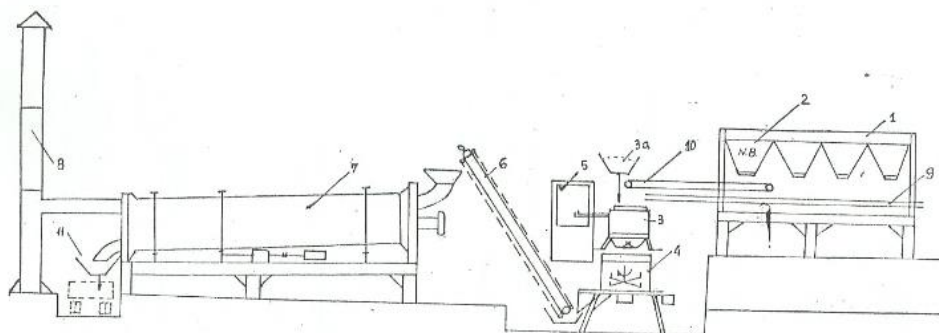


Fig. 1. Instalație tip uscător-malaxor de producere a mixturilor asfaltice pe bază de nisip bituminos cu adaos de bitum dur [7]

1 – predozatoare agregate natural și filer; 2 – predozatoare nisip bituminos; 3- cântar; 3a.- cântărire bitum dur; 4- dispozitiv de amestecare; 5- cabină de comandă; 6- cupele reci; 7- uscător malaxor cu încălzire în echicurent; 8- coș de fum; 9- banda transportoare pentru agregate; 10- bandă transportoare pentru nisip bituminos; 11- buncăr pentru mixtura asfaltică preparată.

Procesul tehnologic în aceste instalații se caracterizează prin faptul că amestecul de agregate naturale, nisip bituminos și bitum dur (dozate și omogenizate) se introduce în mod continuu în instalația uscător-malaxor cu încălzire în echicurent iar la ieșirea din instalație, mixtura gata preparată se descarcă, de asemenea în flux continuu, prin intermediul unui jgheab și a cupelor calde, în buncărul de stocare.

Schema instalației este prezentată în fig.1 și procesul tehnologic de fabricație se desfășoară astfel:

- nisipul bituminos este dozat cu ajutorul cântarului 3 și introdus în dispozitivul de amestecare 4;

- în mod similar sunt dozate și introduse în dispozitivul de amestecare agregatele naturale de pe banda de alimentare 9, filerul și bitumul dur;

- materialele omogenizate sunt ridicate de cupele reci în uscătorul-malaxor 7 cu încălzire în echicurent unde are loc uscarea materialelor, creșterea consistenței bitumului natural - urmare a transformărilor complexe fizico-chimice suferite sub acțiunea temperaturii gazelor de ardere-fluxarea bitumului dur cu bitumul natural, peliculizarea liantului pe suprafața agregatelor, amestecarea intimă a materialelor și încălzirea lor prevăzută în tabelul 5;

- mixtura asfaltică gata preparată se descarcă direct în buncărul 11 de unde este transportată la locul de punere în operă.

Se recomandă ca la prepararea mixturilor asfaltice, dintre cele două tipuri de instalații să se prefere instalația tip uscător-malaxor din următoarele considerente:

- se realizează o simplificare considerabilă în organizarea de șantier, precum și economii de combustibil și energie;

- se asigură o amestecare mai intimă a tuturor componentelor mixturii asfaltice.

Prepararea mixturilor asfaltice cu nisip bituminos fără adaos de bitum dur, figura 2 [7] se realizează în instalații tip uscător-malaxor după fluxul tehnologic prezentat mai sus la punctul b), cu deosebire că în procesul de fabricație nu se introduce bitum dur de adaos, iar încălzirea materialelor se face la o temperatură mai ridicată astfel încât mixtura asfaltică la ieșirea din uscător-malaxor să ateste temperatura prezentată în tabelul 5; prin acest proces tehnologic modificarea consistenței liantului natural din nisipul bituminos se realizează numai pe baza transformărilor de compoziție suferite de acesta sub acțiunea căldurii din uscător-malaxor. Pentru organizarea pe șantier se adopta una din figurile 3 sau 4. [7]

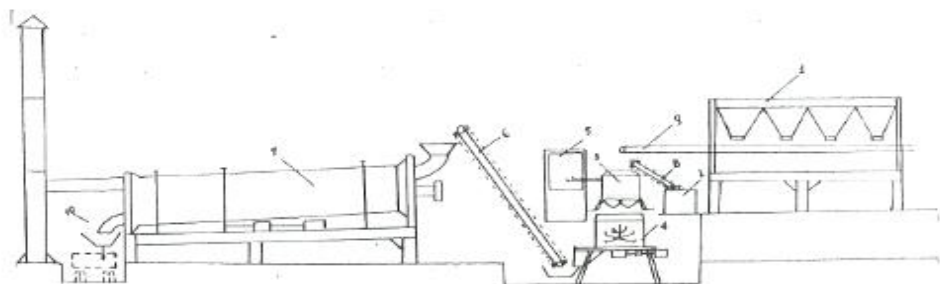


Fig. 2. Instalație tip uscător-malaxor de fabricație a mixturilor asfaltice cu nisip bituminos fără adaos de bitum dur [7]

1- predozatoare agregate naturale și filer; 2- zdrobitor de nisip bituminos; 3- dozator gravimetric; 4- dispozitiv de amestecare; 5- cabină de comandă; 6- cupele reci; 7- uscător-malaxor cu încălzire în echicurent; 8- cupe transportoare pentru nisip bituminos; 9- bandă transportoare pentru agregate; 10- buncăr de stocare a mixturii asfaltice preparate.

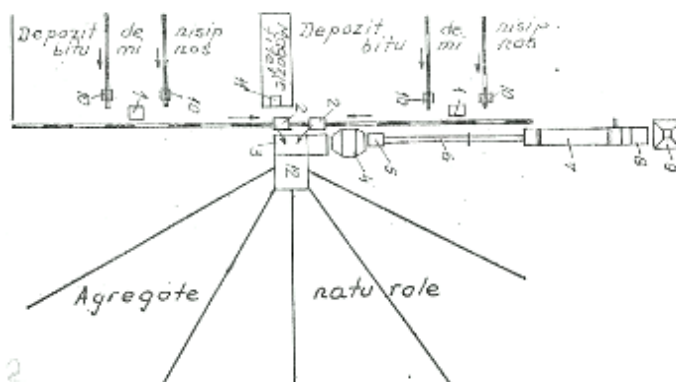


Fig. 3. Schema de organizare pentru fabricarea mixturilor asfaltice cu nisip bituminos fără adaos de bitum dur [7]

1- zdrobitor de nisip bituminos; 2- dozator; 3- cupa betonierei; 4-betonieră; 5- buncăr cu distribuitor mecanic; 6- bandă transportoare; 7- uscător-malaxor; 9- buncăr de mixtură; 10- vagonet dozator basculant; 11- dozator pentru filer; 12- dozator gravimetric agregate

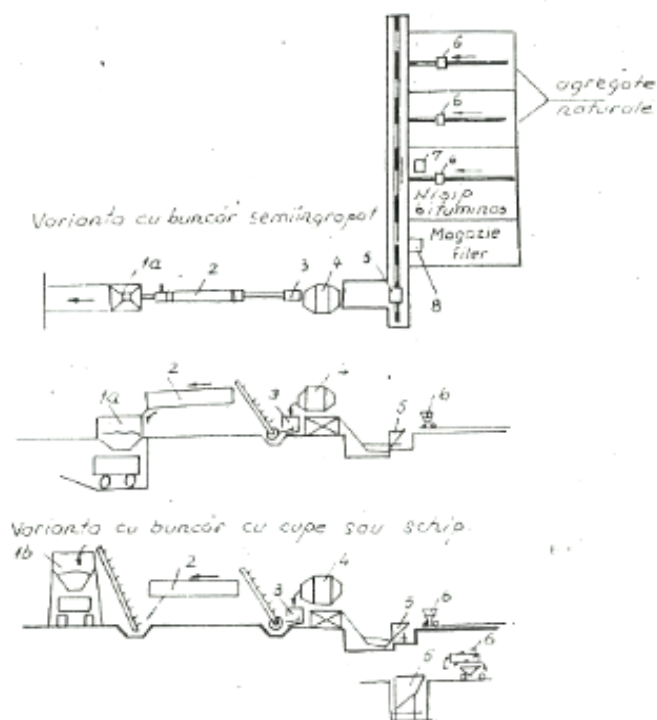


Fig. 4. Schema de organizare pentru fabricarea mixturilor asfaltice cu nisip bituminos fără adaos de bitum dur [7]

1a- buncăr simplu; 1b- buncăr cu cupe sau schip; 2- uscător-malaxor; 3-buncăr cu distribuitor mecanic; 4- betonieră; 5- vagonet de descărcare laterală sau basculantă; 6- vagonet dozator basculant; 7- zdrobitor nisip bituminos; 8- dozator filer

Este foarte important ca atât instalația ANG cât și instalația uscător-malaxor să fie curățate zilnic la sfârșitul programului de lucru, prin trecerea de piatră spartă care să îndepărteze stratul aderent de mixtura asfaltică printr-o curățire periodică la 2-3 săptămâni a materialului depus, mecanic sau manual.

Deoarece bitumul din șisturile bituminoase nu poate fi separat, singura modalitate de a fi utilizate este măcinarea lor în scopul obținerii unor filere, ce conțin procente variabile de bitum, care le conferă o insolubilitate la acțiunea umezelii și conduce și la reducerea dozajului de bitum din mixtura asfaltică preparată. [9]

4. CONCLUZII ȘI DEZVOLTĂRI ULTERIOARE

În momentul de față se prepară mixturi asfaltice cu nisip bituminos (cu și fără adaos de bitum dur) în județul Bihor, utilizate la asfaltarea drumurilor locale.

Etapa viitoare de studiu se va axa pe analiza posibilităților de obținere a mixturilor asfaltice cu nisipuri bituminoase de la Matița (județul Prahova) și a utilizării șisturilor bituminoase de la Anina (județul Caraș- Severin) la obținerea filerelor rutiere.

Bibliografie

1. Mătășaru Tr., Craus I., Dorobanțu St., Drumuri, Editura Tehnică București, 1966.
2. Vacaru I., Anescu D. (1979), Șisturi bituminoase – o nouă sursă energetică în R.S România, Mine, Petrol și Gaze, nr.30/9, București.
3. Nițulescu I, Spiroiu Paula, David Margareta, Butucescu Doina (1977), Contribuții la cunoașterea compoziției și structurii șisturilor bituminoase de la Anina și a transformărilor suferite în procesele termice în vederea valorificării lor complexe, D.S Inst. De Geol. și Geofiz., LXII(1976), București.
4. Nicoară L., Bilțiu A., Îmbrăcăminți rutiere moderne, Editura Tehnică București, 1983.
5. Nicoară L. , Păunescu M., Bob C., Bilțiu A., Îndrumătorul laboratorului de drumuri, Editura Tehnică București, 1985.
6. Lucaci G., Costescu I., Belc F., Construcția drumurilor, Editura Tehnică București, 2000.
7. *** Normativ departamental pentru folosirea directă a nisipurilor bituminoase cu și fără adaos de bitum dur la executarea la cald a straturilor bituminoase rutiere; CD 42-85.
8. Sefcu M.I, Soluții de ameliorare a caracteristicilor filerelor rutiere, Teză de doctorat, 2009, Universitatea Tehnică” Gheorghe Asachi” din Iași.
9. Bolis B., Renzo A. , Pavimetazioni stradali, Editore Ulrico Hoepli Milano, 1959.

Studiu privind îmbinările utilizate la construcțiile din lemn amplasate în zone seismice

Leizeriuc Tudor-Andrei ¹

¹doctorand, Facultatea de Construcții și Instalații Iași, leizeriuc@yahoo.com

Rezumat

În acest articol sunt prezentate tipurile de îmbinări folosite la elementele construcțiilor din lemn amplasate în zone seismice și totodată evoluția acestor tipuri de îmbinări. Există la ora actuală multiple sisteme de îmbinări, adoptate la particularitățile lemnului, având rolul de a realiza secțiuni compuse, de a prelungi elementele de lemn sau de a realiza transmiterea eforturilor între elementele de lemn când acestea fac un unghi între ele. Îmbinările elementelor din lemn apar necesare datorită dimensiunilor limitate ale sortimentelor de lemn care nu corespund cu deschiderile și formele elementelor proiectate [1].

Cuvinte cheie: construcții din lemn, îmbinări, sisteme de îmbinări, eforturi, zone seismice.

1. INTRODUCERE

În realizarea construcțiilor din lemn există o mulțime de factori care condiționează concepția lucrării dintre care se pot aminti: configurația structurii, alegerea sistemului de rezistență, dimensiunile elementelor componente și ușurința de punere în operă. În cazul structurilor de rezistență din lemn conceperea și realizarea îmbinărilor dintre elemente constituie un element deosebit de important pentru comportarea în exploatare și durabilitatea construcției. La construcțiile din lemn îmbinările se folosesc pentru:

- realizarea unor secțiuni compuse, când sortimentul de lemn este insuficient pentru ca secțiunea simplă să preia solicitările (îmbinări de solidarizare);
- prelungirea elementelor de lemn, pentru realizarea lungimilor necesare (îmbinări de prelungire);
- realizarea transmiterii eforturilor între elementele de lemn când acestea fac un unghi între ele (îmbinări în noduri sau la intersecții) [2].

2. CARACTERISTICILE ȘI CERINȚELE PRINCIPALE ALE ÎMBINĂRILOR

Pe lângă deformațiile elastice, plastice și din contragerea lemnului, îmbinările au deformații remanente chiar la începutul solicitării care măresc deformabilitatea generală a unei construcții. Pentru ca aceste deformații să fie cât mai mici, îmbinările trebuie bine realizate astfel încât rosturile dintre suprafețele de îmbinare să nu existe. Îmbinările solicitate la forfecare sau întindere la care lemnul are deformații plastice mici au rupere bruscă iar îmbinările solicitate la strivire au deformații plastice mari și ca urmare o rupere mai lentă, plastică. Deformațiile plastice ale îmbinărilor compensează în mare parte neajunsurile comportării rigide a lemnului, conducând la uniformizarea eforturilor din elementele îmbinate și din mijloacele de îmbinare precum și la evitarea ruperii succesive.

La alegerea tipului de îmbinare sunt necesare respectarea unor recomandări constructive:

- pe cât posibil, la transmiterea unui efort se adoptă un număr mai mare de legături, asigurându-se un număr mai mare de suprafețe de forfecare, micșorându-se astfel posibilitatea suprapunerii suprafețelor de forfecare cu eventuale defecte (noduri, crăpături);
- se recomandă să se evite mijloace de îmbinare cu rigidități diferite (buloane și cuie etc), întrucât îmbinările rigide se pot supraîncărca și ceda înainte ca cele mai puțin rigide să intre complet în acțiune;
- slăbirile secțiunilor datorită îmbinărilor trebuie să fie minime, pentru a nu micșora capacitatea portantă a elementelor îmbinate;
- se evită stagnarea apei în zona îmbinărilor;
- se dorește menținerea axialității eforturilor din bare și evitarea excentricităților care să ducă la schimbarea stării de solicitare și la necesitatea măririi secțiunii barelor îmbinate;
- corelarea tipului de îmbinare cu produsul și materialul lemnos folosit (lemn rotund, lemn ecarisat sub formă de grinzi, dulapi sau scândură etc.) și a mediului de folosire (interior, exterior, etc.);
- alegerea tipurilor de îmbinare care se pretează la o execuție mecanizată, ușor de montat și întreținut, care permit controlul tehnic pe parcursul execuției și în exploatare [1].

3. TIPURI DE ÎMBINĂRI DIN LEMN

Posibilitățile multiple de realizare a îmbinărilor impun o gamă mare de parametri care pot fi luați în considerare la clasificarea lor. Totuși o grupare a acestor parametri arată că principalele criterii de clasificare sunt următoarele:

- rolul pe care îl au în construcție;
- mijloacele de îmbinare și natura solicitărilor la care sunt supuse;
- deformațiile inițiale și în timp care se produc în îmbinare;
- modul de execuție [3].

Standardul european pentru proiectarea elementelor și structurilor din lemn, "EUROCODE 5", definește următoarele tipuri de îmbinări [4]:

➤ Îmbinări prin contact lemn pe lemn, îmbinări numite „tradiționale” (figura 1)

Aceste îmbinări asigură transmiterea eforturilor de la o piesă la alta, direct pe suprafața de contact dintre cele două elemente. Îmbinările „tradiționale” cuprind o multitudine de forme dintre care cele mai des întâlnite sunt cele prin chertare, cu piesele de îmbinare așezate în prelungire, dispuse perpendicular sau sub un anumit unghi α .

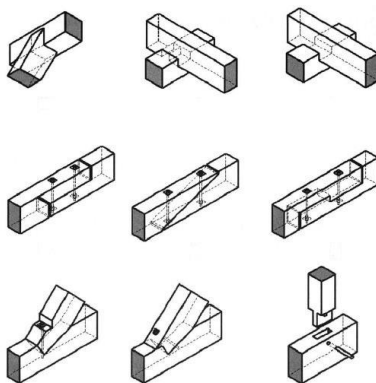


Fig. 1. Îmbinări tradiționale

Un tip de îmbinare tradițională este și ”îmbinarea în coadă de rândunică” (figura 2), întâlnită în cazul intersecțiilor de pereți. O îmbinare de acest tip este un procedeu de legătură între două elemente din lemn destul de comun și răspândit în România. Dinții de îmbinare, pentru coada de rândunică, au formă trapezoidală și securizează conexiunea dintre elementele de lemn.



Fig. 2. Îmbinare coadă de rândunică

- Îmbinări încleiate care lucrează, în principal la forfecare (figura 3).

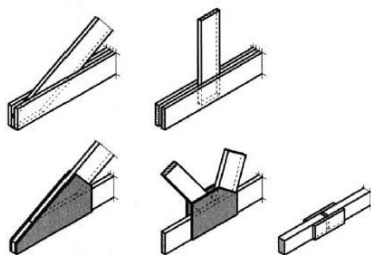


Fig. 3. Îmbinări încleiate

- Îmbinările cu plăci multicui, cu ajutorul cuielor (figura 4).

Această formă de îmbinare este cea mai comună modalitate de îmbinare a pieselor din lemn. Cuiile, de obicei, au o secțiune transversală circulară cu un diametru cuprins între 2 mm și 8 mm și o lungime cuprinsă între 30 mm și 180 mm. Cuiile netede sunt făcute prin laminare la rece ceea ce duce la valori foarte ridicate ale rezistenței, de aproximativ 600 MPa. Cuiile de mici diametre au cea mai mare rezistență. Plăcile multicui sunt o alternativă pentru situații în care se dorește o mai bună solidarizare a elementelor îmbinate. Cu ajutorul plăcilor multi cui se transmit mult mai ușor încărcările mari ce apar în elementele îmbinate. Tot pentru o bună solidarizare a elementelor se folosesc plăcuțele metalice ce au diverse forme tridimensionale și permit îmbinarea în diferite unghiuri (pene inelare, crampoane, conectori metalici, etc). Aceste piese transferă eforturile de la o piesă la alta prin antrenarea capacității portante a lemnului de pe o zonă situată, în general, la suprafața elementelor.

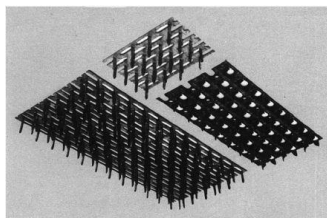


Fig. 4. Plăci multicui

- Îmbinări cu ajutorul buloanelor, dornurilor, șuruburilor (figura 5).

Acestea sunt folosite în cazul structurilor grele din lemn sau la îmbinări pentru elemente masive din lemn. Șuruburile sunt folosite în locul cuielor pentru că permit demontarea ulterioară dacă se dorește re folosirea elementelor din lemn. Comportarea la încovoiere condiționează transmiterea eforturilor iar cedarea îmbinării se poate atinge prin strivirea locală, forfecarea lemnului sau formarea unor articulații plastice.

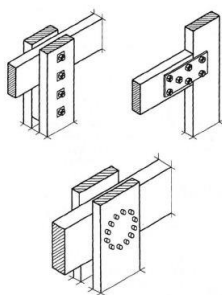


Fig. 5. Îmbinări prin buloane, dornuri, șuruburi

- Îmbinări realizate cu ajutorul unor piese/armături din oțel introduse în sau lipite pe elementul de lemn (figura 6 și figura 7) .

Există aplicații în care s-au înlocuit piesele/armăturile din oțel cu produse din carbon (fibre de carbon). Tipurile de îmbinări evidențiate în figurile 6 și 7 sunt folosite de cele mai multe ori în spiritul esteticului, ele ascunzând în mare măsură piesele metalice care rămân în interiorul lemnului. Sunt folosite cu precădere la elemente de lemn care rămân vizibile.

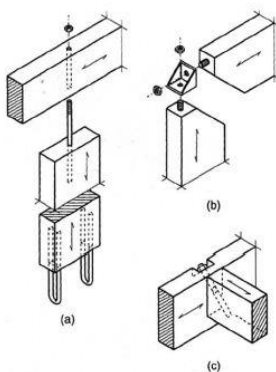


Fig. 6. Îmbinări folosind piese/armături din oțel în elementele de lemn

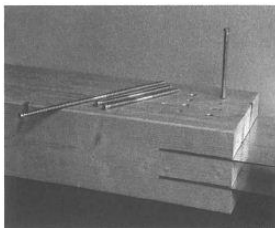


Fig. 7. Îmbinări cu plăcuțe lipite în elementul de lemn și șuruburi pentru o mai bună fixare

4. CONCLUZII

Atât în țara noastră cât și în diferite părți ale lumii, domeniul construcțiilor din lemn este extrem de vast, aflat într-o continuă evoluție și descoperire de noi tehnici care urmăresc ușurința în utilizare și punere în operă a structurilor. Diversitatea tipurilor și formelor constructive sunt specifice fiecărei zone geografice, adaptate culturii societății în care construcțiile se dezvoltă.

De-a lungul timpului, îmbinările elementelor la construcțiile realizate cu produse din lemn au evoluat odată cu creșterea complexității structurilor cărora le aparțin. Dacă la început s-au folosit îmbinări simple, realizate prin chertare, cu cepuri din lemn, în epoca modernă sunt utilizate elemente metalice care sporesc rezistența acestora odată cu ușurința în realizare.

Evoluția construcțiilor se oglindește și în geometria de ansamblu: de la bare drepte utilizate la structuri simple, la bare curbe, arce de diferite dimensiuni, poziționarea în diferite unghiuri, pentru structurile complexe, mari [5].

Un aspect important îl constituie comportarea îmbinărilor elementelor din lemn aflate în zone seismice. Acțiunea seismului fiind complexă, ea are un efect foarte pronunțat în zonele de îmbinare a elementelor structurii de rezistență. Este important ca îmbinările să asigure o comportare favorabilă în cazul unui seism, să fie destul de rigide pentru anumite zone și totodată să permită o bună disipare a energiilor rezultate din seism.

Bibliografie

1. Boghian Gh.VI., Construcții din lemn, Institutul Politehnic Iași ,pp 123-193, 1970.
2. Furdui Cornel, Structuri din lemn-curs pentru studenți,Universitatea POLITEHNICA Timișoara 2009.
3. Normative privind proiectarea și executarea lucrărilor din lemn, colecția Reglementări tehnice în construcții și instalații pentru construcții, Editura Matrix Rom, 2005.
4. Eurocod 5: SR EN 1995-1-1:2004: Proiectarea structurilor de lemn.
5. Dateș R. N., Elemente reologice la îmbinări în lemn utilizate în construcții, Teza de doctorat, Universitatea TRANSILVANIA Brașov, 2011.

Noțiuni introductive privind rețelele neuronale artificiale

Pandelea Alexandrina Elena¹

¹doctorand, Facultatea de Construcții și Instalații Iași, alexandrina_pandelea@yahoo.com

Rezumat

Tipurile de rețele neuronale artificiale folosite azi în practică au rezultat ca urmare a încercărilor mai vechi de a modela activitățile neuronilor biologici și a creierului. Purtând denumirea de rețele neuronale pentru a sugera că funcționarea lor este de inspirație biologică, acestea sunt instrumente de procesare a informației, cu avantaje și dezavantaje, ca orice altă ustensilă inventată de om în scopul cunoașterii. Pentru a concepe o rețea neuronală artificială este necesar să cunoaștem pentru început din ce este alcătuit un neuron artificial și care ar fi funcțiile de activare ale acestuia. Apoi sunt necesare un set de date pentru antrenare și testare, date care variază în funcție de problema pe care vrem să o rezolvăm.

Cuvinte cheie: rețele neuronale artificiale, neuron artificial, funcții de activare

1. INTRODUCERE

Modelarea neuronului biologic este o problemă foarte complexă astfel că după numeroase studii s-a constatat că ceea ce se voiau a fi modele pentru activitatea neuronului biologic puteau fi folosite ca instrumente de cunoaștere matematică. Modelele au devenit ceea ce azi numim rețele neuronale artificiale.

Trebuie evitată orice confuzie în înțelegerea corectă a rolului și limitelor de utilizare a rețelelor neuronale care ar crea impresia că rețelele neuronale pot fi oricând și oriunde un substituent al creierului uman.

Actualmente, neuronul artificial nu mai e privit ca un model al neuronului biologic. În prezent, cercetările pentru modelarea neuronului biologic și a sistemului nervos țin de biomedicină, bioinformatică. Deși funcționarea exactă a creierului uman este un mister, prin analogie cu celula nervoasă, neuronul artificial reprezintă unitatea de preluare de bază din cadrul calculului neuronal, unitate care procesează o serie de intrări și produce un rezultat considerat drept nivelul de activitate al neuronului.

O rețea neuronală este o reprezentare artificială a creierului uman care încearcă să imite procesul său de învățare (fig. 1). Termenul ”artificial” înseamnă că rețelele neuronale sunt implementate în programele de calculator care sunt capabile să manevreze multe valori pentru calculele necesare de-a lungul procesului de învățare.

Încă din anul 1911, Ramon y Cajal a introdus ideea de neuroni drept constituenți structurali ai creierului.

Creierul este un sistem de prelucrare al informației foarte complex, neliniar și paralel. El are capacitatea de a organiza neuronii astfel încât să execute unele calcule – cum ar fi recunoașterea modelelor, percepția și controlul – mult mai rapid decât calculatoarele existente astăzi.

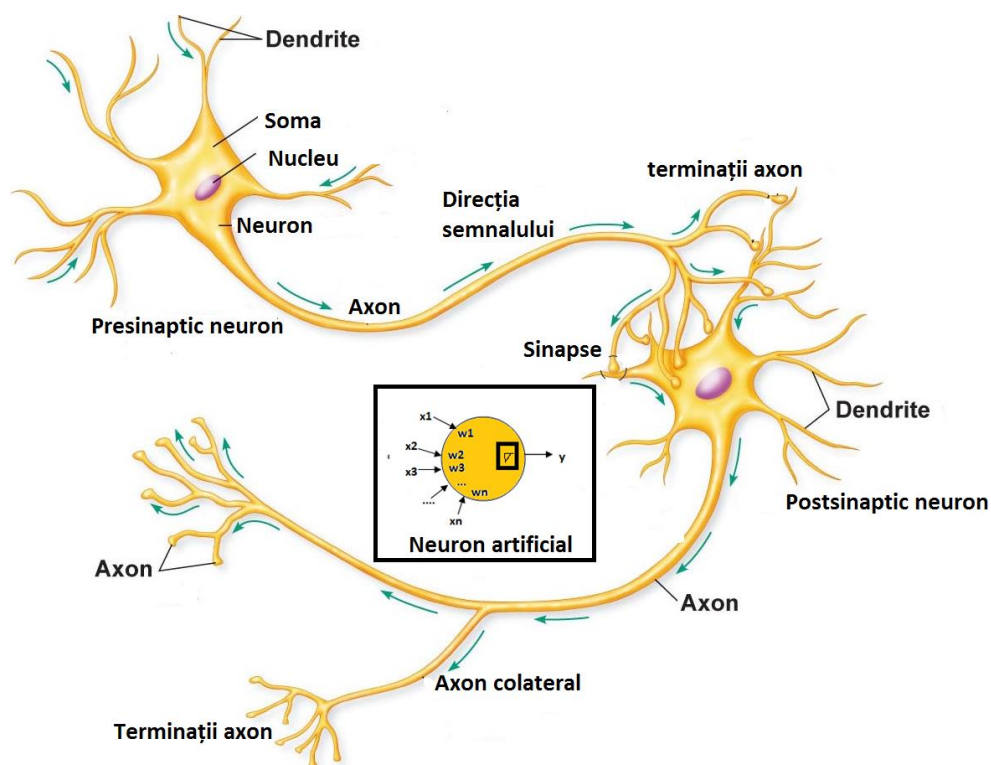


Fig. 1. Neuronul biologic (<http://www.theremino.com/contacts/the-theremino-missio>) și neuronul artificial

Sinapsele sunt unități structurale și funcționale elementare care realizează interacțiunile dintre neuroni. Tipul cel mai răspândit de sinapsă este sinapsa chimică, care operează astfel: un proces presinaptic eliberează o substanță transmițătoare care difuzează peste joncțiunea sinaptică dintre neuroni și apoi acționează asupra unui proces postsinaptic. Astfel o sinapsă convertește un semnal electric presinaptic într-un semnal chimic și apoi din nou într-un semnal electric postsinaptic (Shepherd și Koch, 1990).

Axonii, liniile de transmisie, dendritele și zonele receptoare, constituie două tipuri de filamente celulare distincte din punct de vedere morfologic; axonul are o suprafață mai netedă, mai puține ramificații și o lungime mai mare, pe când dendrita are o suprafață neregulată și multe ramificații (Freeman, 1975).

Intrarea în rețea este asigurată de către receptorii senzoriali. Receptorii furnizează stimuli atât din partea corpului cât și din partea organelor senzoriale care preiau stimulii luminii exterioare. Stimulii au forma impulsurilor electrice care conduc informația în rețeaua de neuroni.

Impulsurile care intră în neuron pot fi excitatoare dacă cauzează generarea de către neuron a unui impuls sau inhibitoare dacă împiedică generarea unui astfel de impuls. Neuronul va fi excitat la un anumit moment dat dacă numărul sinapselor excitate excitatoare depășește numărul sinapselor excitate inhibitoare la momentul precedent cu cel puțin T , unde T este valoarea pragului neuronului.

Dendritele sunt cele care primesc semnalele de intrare. Aceste semnale de intrare sunt recepționate prin sinapsele altor neuroni. Soma procesează aceste semnale în timp și returnează valorile procesate în semnal de ieșire către ceilalți neuroni prin axon și sinapse (Topping, 1997).

3. COMPONENTELE NEURONULUI ARTIFICIAL

O rețea neuronală este un ansamblu de neuroni artificiali legați prin conexiuni care au asociate o intensitate și un sens de circulație a informației.

Schema bloc a unui neuron artificial cu o singură intrare (scalară) notată cu $x \in \mathbb{R}$ și o singură ieșire notată cu $y \in \mathbb{R}$ este formată din parametrii neuronului w – ponderea și b – deplasarea (fig. 2). Intrarea cu valoarea precizată “1” arată că, indiferent de semnalul de intrare x , valoarea cu care este alimentat blocul b este tot timpul 1. Valorile parametrilor w și b sunt ajustabile în utilizarea neuronului. Pe ajustarea adecvată a acestor valori se bazează capacitatea de învățare a neuronului artificial. Funcția σ se numește funcția de activare a neuronului.

Pentru funcția de activare σ se folosesc funcții analitice standarde, liniare sau neliniare. Blocul σ definește nodul neuronului iar ansamblul care generează semnalul u definește partea liniară.

Semnalul ce intră în funcția de activare poate fi exprimat cu ajutorul relației (1):

$$u = wx + b \quad (1)$$

Ieșirea y a neuronului artificial este exprimată în funcție de funcția de activare cu relația 2:

$$y = \sigma(wx + b) \quad (2)$$

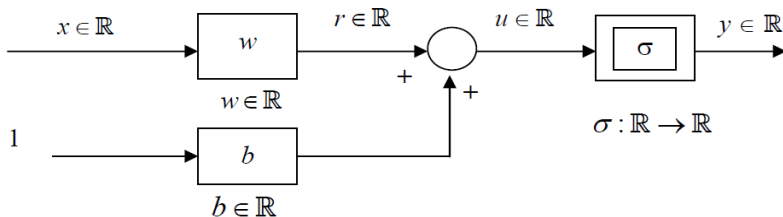


Fig. 2. Schema bloc a unui neuron artificial cu o intrare (Matcovschi, 2008)

Rețelele care permit doar conexiuni între neuronii din două straturi diferite, în sensul de la intrare spre ieșire poartă denumirea de rețele feedforward iar cele care permit conexiuni între neuronii din același strat sau între neuronii de pe două straturi diferite dar în sensul de la ieșire spre intrare poartă denumirea de rețele feedback.

O altă clasificare a rețelelor neuronale se poate face în funcție de tipul de învățare altfel spus în funcție de informațiile primite. Ele pot fi rețele cu învățare nesupervizată, supervizată și prin întărire.

4. DESCRIEREA FUNCȚIILOR DE ACTIVARE

Funcțiile de activare notate în literatura de specialitate cu σ sunt funcții care aparțin unor clase de funcții uzuale cum ar fi: treaptă unipolară și bipolară (fig. 3a, 3b), liniară și liniară cu saturație (fig. 4a, 4b) și sigmoidală unipolară și bipolară (fig.5a, 5b).

Expresiile analitice ale funcțiilor de activare se exprimă astfel:

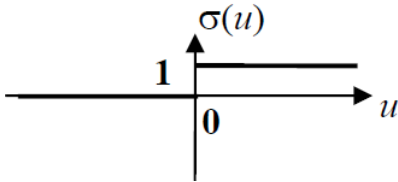


Fig. 3a. Funcția treaptă unipolară

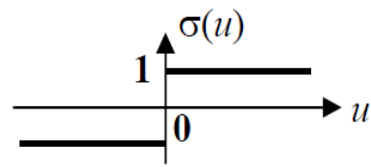


Fig. 3b. Funcția treaptă bipolară

$$\sigma(u) = \begin{cases} 0, & u < 0 \\ 1, & u \geq 0 \end{cases}$$

$$\sigma(u) = \begin{cases} -1, & u < 0 \\ 1, & u \geq 0 \end{cases}$$

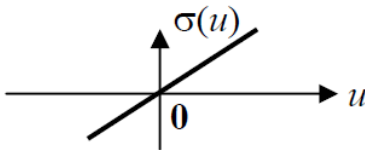


Fig. 4a. Funcția liniară

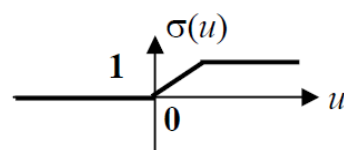


Fig. 4b. Funcția liniară cu saturație

$$\sigma(u) = u$$

$$\sigma(u) = \begin{cases} 0, & u < 0 \\ u, & 0 \leq u \leq 1 \\ 1, & u > 1 \end{cases}$$

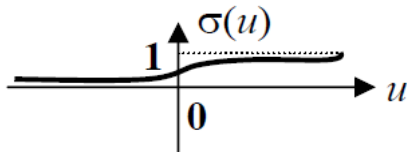


Fig. 5a. Funcția sigmoid unipolar

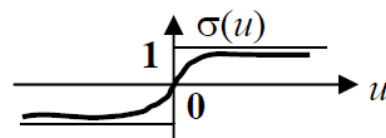


Fig. 5b. Funcția sigmoid bipolar

$$\sigma(u) = \frac{1}{1 + e^{-u}}$$

$$\sigma(u) = \frac{e^u - e^{-u}}{e^u + e^{-u}}$$

Alegerea tipului de funcție pentru activarea rețelei depinde de la problemă la problemă. Cunoscând modul de variație al funcției, și anume dacă funcția este crescătoare sau descrescătoare, dacă există asimptote ș.a., putem selecta cea mai convenabilă funcție de activare în funcție de ce dorim să obținem ca dată de ieșire.

5.CONCLUZIE

Înainte de a concepe o rețea neuronală artificială care să fie capabilă să rezolve problemele cele mai complexe din domeniul ingineriei civile trebuie să găsim răspunsul la o serie de întrebări cum ar fi: Prin ce este mai profitabilă soluția bazată pe rețele neuronale decât soluția obținută prin diferite alte metode numerice? Care este gradul de dificultate în implementarea soluției bazate pe rețele neuronale? Există personal cu calificarea necesară pentru exploatarea unor aplicații din domeniul ingineriei civile bazată pe rețele neuronale?

BIBLIOGRAFIE

- 1.Covataru G., Aplicații ale rețelelor neuronale în inginerie civilă, Teză de doctorat, Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” din Iași, 2010.
- 2.Matcovschi M., Păstrăvanu O., Aplicații ale rețelelor neuronale în automatică, Ed. Politehnicum, Iași, 2008.
- 3.Topping B., Khan A., Bahreininejad A., Parallel Training of neural networks for finite element mesh decomposition, Computers and Structures, Vol.63, pag. 693-707, 1997.
- 4.Cîmpanu C., Rețele neuronale și logica fuzzy - Note de laborator, Universitatea Tehnică “Gheorghe Asachi” din Iași.
- 5.Leon FL., Inteligență artificială - Note de curs 2014, Facultatea de Automatica și Calculatoare, Universitatea Tehnică “Gheorghe Asachi” din Iași.
- 6.Haykin S., Neural Networks, A Comprehensive Foundation, Pearson Prentice Hall, 2005.

Rolul percepției utilizatorilor în evaluarea calității clădirilor civile

Parincu Paul-Dorian¹

¹doctorand, Facultatea de Construcții și Instalații Iași, dorian.parincu@yahoo.com

Rezumat

Calitatea unei clădiri ține de o sumă de factori interni sau externi, din care o pondere însemnată este reprezentată de felul în care este percepută calitatea mediului interior de către ocupanții ei permanenți sau pasageri.

Articolul prezintă o analiză a percepției utilizatorilor clădirilor raportată la demersul de proiectare, edificare și exploatare.

Cuvinte cheie: percepția utilizatorilor, calitatea proiectării, confort adaptiv, aliestezie.

1. INTRODUCERE

Nivelul de calitate al spațiului construit reprezintă măsura în care clădirea poate răspunde prin caracteristicile sale exigențelor utilizatorilor, cerințelor specifice destinației și a comenzii sociale.

Companiile de construcții sunt angajate în competiții din ce în ce mai dure, ceea ce impune o atenție sporită în relațiile cu beneficiarii și satisfacția utilizatorilor. Studiile privind satisfacția utilizatorilor aduc informații prețioase antreprenorilor, care trebuie să înțeleagă nevoile utilizatorilor și să vină în preîntâmpinarea lor. De asemenea, utilizatorii au așteptări ce privesc comportamentul prestatorilor de servicii, comportament ce poate influența în mod pozitiv nivelul de satisfacție atunci când calitatea serviciilor depășește nivelul așteptărilor.

Sistemul în care sunt integrate construcțiile, respectiv mediul exterior adiacent, mediul socio - economic, urban și temporal aferent, împreună cu sistemul interior definit pentru ocupanți pot fi monitorizate pe tot parcursul vieții clădirii și drept urmare pot genera acțiuni specifice de răspuns la exigențele formulate utilizatori.

2. SATISFAȚIA UTILIZATORILOR ȘI CALITATEA CLĂDIRII

2.1. Satisfacția utilizatorilor

Satisfacția unui client se regăsește în relația între calitatea percepută și eșecul răspunsului la așteptările sale de la produsul în cauză. Clienții compară performanța unui produs cu un standard de performanță. Satisfacția apare atunci când performanța percepută depășește standardul (într-un mod pozitiv), pe când nemulțumirea apare atunci când performanța scade sub standard (într-un mod negativ).

În domeniul construcțiilor, măsura satisfacției utilizatorilor se definește mai târziu, atunci când produsul este deja achiziționat.

Satisfacția utilizatorului este unul dintre elementele cheie în managementul calității totale a unei clădiri *Total Quality Management- TQM*. Analizarea și înțelegerea cerințelor utilizatorului este esențială în asigurarea satisfacțiilor utilizatorului.

Pentru o apreciere justă a satisfacției utilizatorului trebuie identificați toți actorii care intervin în acest proces. Potențialii clienți ce pot avea cerințe și așteptări de natură a afecta calitatea unei construcții pot fi: contractorii și partenerii lor, managerii de proiect, membrii echipei de proiectare, antreprenorii și subantreprenorii, furnizorii de servicii, utilizatorii produsului și ai serviciilor și societatea. Satisfacția utilizatorului ca ultim element în acest lanț decizional este afectată de obiectivele și interesele individuale ale membrilor acestui grup.

Determinarea calității unei clădiri este o sarcină complexă. În general, definirea calității poate avea două abordări: conformarea cu cerințele și satisfacția utilizatorului. Conformarea cu cerințele este o abordare ce urmărește cât de bine răspunde clădirea la specificațiile proiectului. Limitările acestei abordări constau în faptul că utilizatorii nu pot ști cât de bine răspunde produsul sau serviciile la conformațiile proiectului. Abordarea satisfacției utilizatorilor definește calitatea ca măsura în care un produs sau un serviciu întrunește sau depășește așteptările utilizatorilor. Avantajul acestei abordări constă în faptul că determină ceea ce este important pentru utilizator, mai mult decât de a stabili standarde bazate pe decizii manageriale ce pot fi imprecise. Punctul slab al acestei abordări constă în dificultatea monitorizării așteptărilor utilizatorilor și a diferențelor date de evaluarea pe termen scurt sau termen lung.

2.1.1. Relația dintre satisfacția utilizatorilor și calitatea la nivelul proiectării

Așteptările beneficiarilor unei clădiri publice joacă un rol important în evaluarea performanțelor proiectantului, cât și ale proiectului. Satisfacția utilizatorilor privind realizarea construcțiilor civile este legată de gradul de răspuns la exigențele

arhitecturale și structurale formulate de către proiectant, calitatea proiectului fiind percepută ca împlinirea acestor exigențe (Dumitraș, M., Andreica, H., 1995).

Între calitatea unui produs și calitatea unui proces există o distincție netă. **Calitatea unei construcții civile** se referă la calitatea materialelor, performanțele structurale, a echipamentelor și a tehnologiei integrate în clădire, pe când **calitatea procesului** se referă la atingerea calității prin modul în care proiectul este organizat în cele trei etape: de proiectare, de construcție, de utilizare și mentenanță.

La nivelul proiectării, utilizatorul evaluează performanțele antreprenorului în relație cu trei comparații, cu impact în gradul de satisfacție (figura 1).

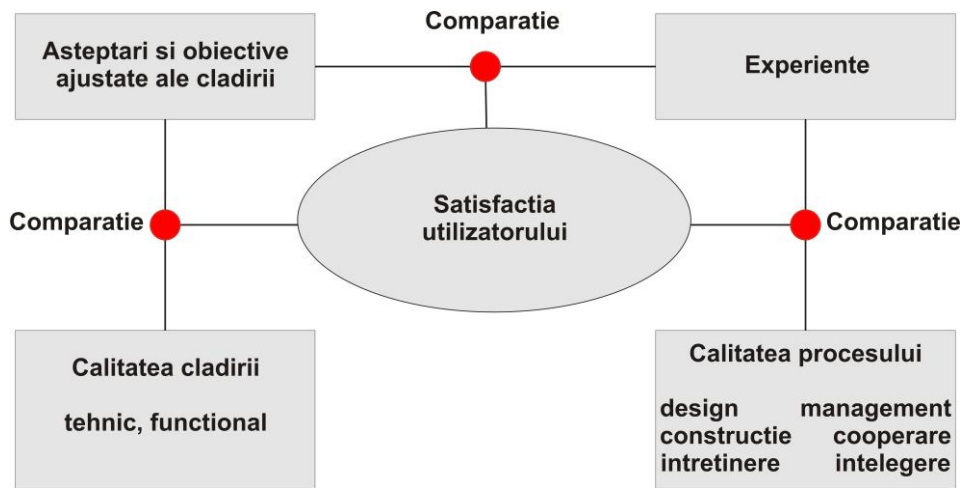


Fig. 1, Relația dintre satisfacția utilizatorilor și calitatea la nivelul proiectării (Karna, Sami, f. a.)

2.2 Percepția utilizatorilor și aprecierea calității prin prisma nivelului de satisfacție –PMV-PPD

Opțiunea medie previzibilă, respectiv *Predicted Mean Vote PMV* a fost dezvoltat pe principiul balanței termice și a datelor experimentale colectate într-o cameră cu mediul controlat și se referă la indicele de performanță al confortului perceput de utilizatorii unei clădiri, pe o scală de șapte puncte, de la -3(rece) la +3(cald), în care valoarea 0 corespunde neutralității termice, respectiv valoarea ideală. Pentru aflarea procentului de satisfacție al utilizatorilor unei clădiri, se apelează la o ecuație ce implică **procentul probabil de nemulțumiți**, respectiv *Predicted Percentage Dissatisfied PPD*. Această relație se bazează pe studii în care subiecții intervievați se află într-o cameră unde condițiile de mediu interior sunt controlate

cu precizie, ignorând locația și adaptarea la mediul termic, menținând o temperatură constantă pe tot parcursul anului.

Standardul ASHRAE 55-2010 (*ASHRAE 55, 2010*) folosește modelul *PMV* pentru reglarea condițiilor de mediu interior, cu cerința ca minim 80% din ocupanți să fie satisfăcuți.

3. CONFORTUL ADAPTIV

Conceptul de confort adaptiv subliniază faptul că ocupanții clădirilor nu recepționează în mod pasiv mediul termic sugerat de diagramele căldură/frig, ci interacționează cu clădirea în mod activ. Modelul se aplică în mod special la clădirile ventilate natural și la clădirile hibrid, unde climatul exterior influențează confortul interior pe perioada diferitelor anotimpuri ale anului. Chestionarele arată că ocupanții clădirilor ventilate natural acceptă și preferă variațiile mai mari de temperatură, aflate într-o relație strânsă cu temperatura exterioară, în dauna unui mediu sigilat, controlat de sistemele de aer condiționat. Ocupanții pot controla echipamentele în mod mecanic sau non-mecanic, în căutarea confortului personal, ceea ce duce la economie de energie.

Richard de Dear definește trei elemente ale confortului adaptiv:

- **Adaptarea comportamentală** se realizează prin adaptarea îmbrăcămînții și a mișcărilor, ventilarea voluntară, ajustarea manuală a termostatelor de ambient, manipularea jaluzelelor, ș.a.
- **Adaptarea fiziologică** se obține prin termoreglarea organismului în funcție de modificările temperaturii mediului interior prin procese interne specifice.
- **Adaptarea psihologică** reprezintă modificările comportamentale sau fiziologice datorate așteptărilor sau experiențelor proprii fiecărui individ relativ la senzația de confort.

Studiile comparative ale ASHRAE (*American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers*) pentru clădiri HVAC, respectiv *Heating, Ventilation and Air Conditioning* și NV, respectiv *Naturally Ventilated* în același climat (Singapore) evidențiază că acceptabilitatea în cele două medii termice are valori similare (78% și 76%), în condiții foarte diferite de mediu interior. Pragurile termice din clădirile ventilate natural mai mari decât cele din clădirile ventilate mecanic sunt puse pe seama așteptărilor, adaptării fizice și comportamentale (*de Dear and Brager, 1998*), precum și într-o oarecare măsură a mișcărilor mai puternice ale aerului în clădirile ventilate natural, în medie 0,22m/s față de 0,11m/s la clădirile ventilate mecanic (figura 2).

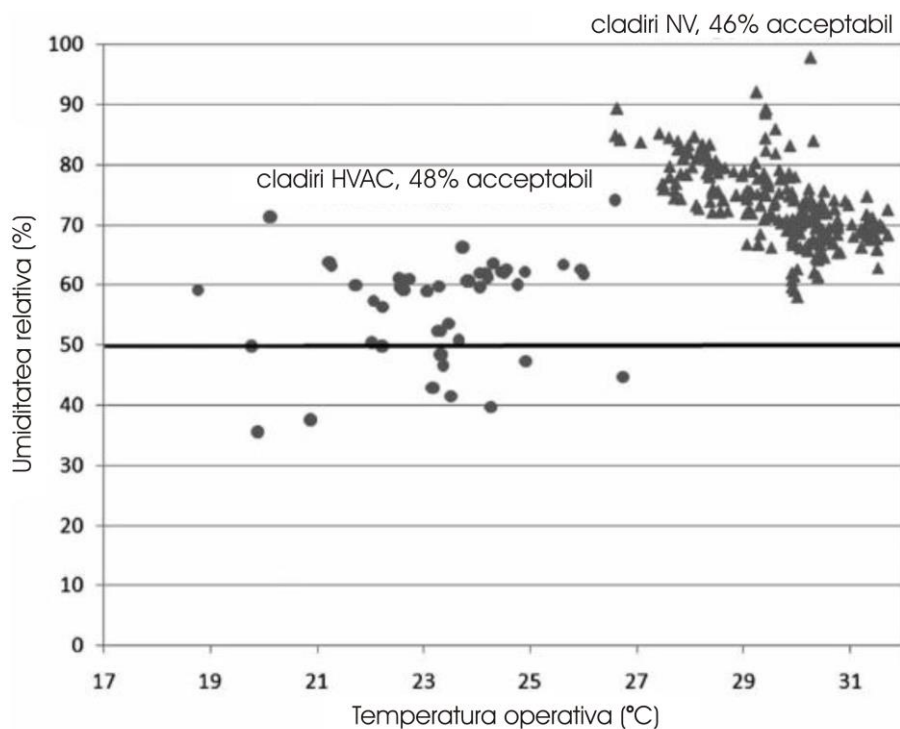


Fig. 2, Rate similare ale acceptabilității pentru medii interioare diferite – HVAC și NV – Singapore (*de Dear and Brager, 1998*)

Modelele de confort termic adaptiv sunt implementate de standardul european EN 15251 și ISO 7730 în cazul clădirilor hibrid, respectiv ASHRAE 55 (*ASHRAE 55, 2010*) în cazul clădirilor ventilate natural.

3.1 Aliestezia

Termenul „aliestezie” este definit ca percepția unor stimuli exteriori ca agreabili sau dezagreabili, dependent de starea interioară a organismului uman (*de Dear, Richard, 2011*). Termenul este folosit pentru a diferenția plăcerea termică de neutralitatea sau acceptabilitatea termică ori, altfel spus, percepția condițiilor termice neutre drept „confortabile”, dar nu „foarte confortabile”. Percepția condițiilor termice drept „foarte confortabile” vine din zona mediilor asimetrice și tranziente, întâlnite în clădirile ventilate natural sau hibrid.

Schadter et al. (2010) concluzionează în lucrarea sa: „...schimbările în temperatura pielii mediază răspunsul termo-comportamental pentru a menține nivelul căldurii și reglarea temperaturii. Aceste comportamente sunt precedate de schimbări în

indicele de confort termic și senzații, contribuind la inițierea unui efort comportamental coordonat.” Accentul pus de autorul Schadter pe valoarea temperaturii la nivelul pielii corpului uman pentru satisfacția termică se regăsește în modelul propus de *Hardy et al (1971)* și *Hensel (1981)*, figura 3. Acesta arată că în timp ce stimulii neurali pentru senzațiile de frig și de căldură sunt în primul rând termoreceptorii cutanați, percepția confortului termic depinde de o suită mai complexă de semnale, incluzând:

- reacții ale termoreceptorului la nivel intern și cutanat;
- căile neurale pentru reglarea temperaturii, generate în hipotamusul anterior;
- regulatorul termic efector acționează în sine cu efecte de frisoane și vasoconstricție în mediul rece și transpirație și vasodilatație în mediul cald.

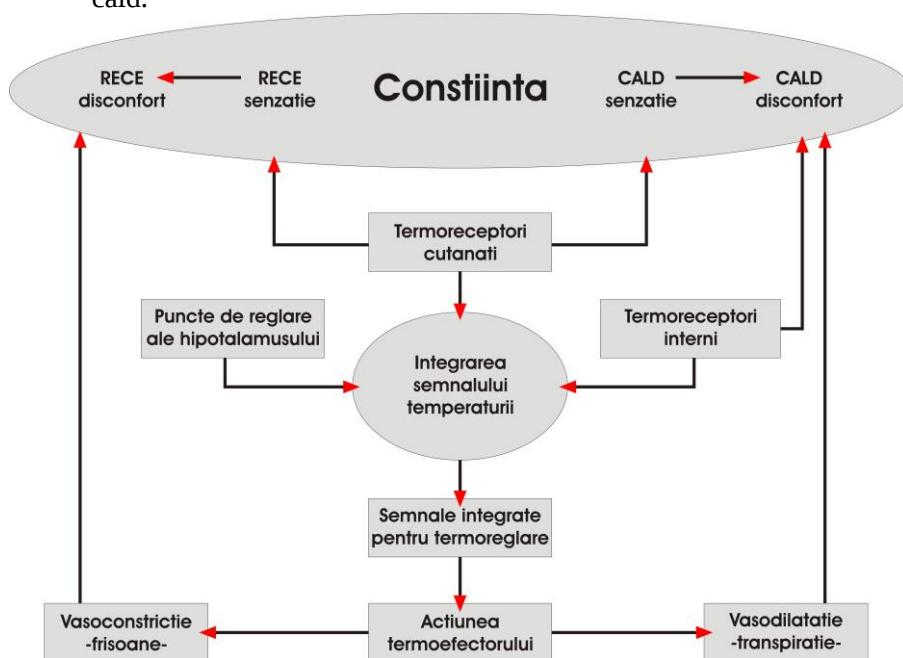


Fig. 3, Stimuli neurali la confortul termic (*Hardy et al.,1971, Hensel,1981*)

4. CONCLUZII

Articolul se concentrează pe satisfacția utilizatorilor/beneficiarilor și pe nivelul de calitate din industria construcțiilor. Monitorizarea satisfacției utilizatorilor aduce beneficii în industria construcțiilor prin îmbunătățirea comunicării dintre părți, angajarea unor acorduri reciproce, evaluarea progresului și monitorizarea

rezultatelor și a schimbărilor efectuate. Utilizatorii au anumite pretenții asupra modului în care vor să fie tratați, mai mult, produsul fizic obținut trebuie să se încadreze în sistemul lor de valori interne.

În general beneficiarii sunt satisfăcuți de abilitățile de cooperare ale antreprenorilor și de profesionalismul angajaților, în timp ce nemulțumirile pot apărea legat de predarea la termen și asigurarea calității. Aceste semne de insatisfacție apar de obicei în fazele mai înaintate ale evoluției procesului constructiv. Rezultatul poate indica faptul că antreprenorul și beneficiarul nu au planificat corect etapele de predare și finalizare a lucrărilor, ori că au fost erori de proiectare.

O experiență negativă în privința atributelor unui proiect tinde să se reflecte puternic asupra sentimentului de satisfacție al beneficiarilor. În această situație antreprenorii se concentrează pe urmărirea satisfacției imediate, în dauna calității pe termen lung și a unui plus de satisfacție pentru beneficiar.

Beneficiarii construcțiilor din domeniul public sunt mai bine informați și mai buni profesioniști decât cei din domeniul privat, trebuind să facă față unui nivel mai înalt de cerințe și așteptări. În domeniul public se lucrează în mod obișnuit cu mai mulți antreprenori, nivelul lor calitativ putând fi diferit, mai mult decât în cazul antreprenorilor din domeniul privat. Oficialii publici au o rată a gradului de satisfacție mai mică și formulează cele mai multe plângeri asupra nivelului de performanță al antreprenorilor. Pe de altă parte, antreprenorii angajați de investitorii privați pot fi parteneri mai stabili în cooperarea lor cu beneficiarii, lucru care se reflectă în nivelul de satisfacție al celor din urmă. Prin contrast, beneficiarii construcțiilor din domeniul public sunt obligați să respecte criteriile de selecție legale prin organizarea de licitații publice, ceea ce îngustează aria de selecție. Criteriul de bază al acestei selecții este tributar prețului de execuție al lucrărilor, antreprenorul fiind în situația de a nu avea suficiente instrumente pentru a satisface așteptările beneficiarului. În domeniul construcțiilor publice, antreprenorii care au eșuat în satisfacerea cerințelor beneficiarului pot participa în continuare la licitații, pe când în domeniul privat ei vor fi eliminați de la bun început. Un beneficiar nemulțumit nu va mai lucra pe viitor cu același antreprenor, dar nici atingerea unui grad mare de satisfacție nu garantează parteneriatul pe viitor.

Pentru antreprenor, marele beneficiu adus de satisfacția beneficiarului constă în oportunitatea de a rămâne un potențial partener în viitor.

Bibliografie

1. Andreica, H. A. Dumitraș, M. Proiectarea construcțiilor, Editura Universitatea Tehnică, Cluj-Napoca, 1994
2. ASHRAE Standard 55, Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy, 2010

3. de Dear, Richard Revisiting an old hypothesis of human thermal perception: alliesthesia, Building Research & Information, 39:2, 108-117, DOI: 10.1080/09613218.2011.552269
4. de Dear, Richard, Brager, G.S. Developing an adaptive model of thermal comfort and preference. ASHRAE Transactions, 104(1b), pp. 145-167, 1998
5. Dumitraș, M., Andreica, H. Curs general de construcții, Editura Universitatea Tehnică, Cluj-Napoca, 1995
6. Hardy, J.D., Stolwijk, J.A.J.Gagge, A. P. Man, în G.C. Whittow (ed.): Comparative Physiology of Thermoregulation, Academic Press; New York, NY, Vol. 2. 1971
7. Hensel, H. Thermoperception and Temperature Regulation, Academic Press, London. 1981
8. Karna, Sami (f.a.) Analysing customer satisfaction and quality în construction – the case of public and private customers, Helsinki University of Technology Construction and Management, P.O. Box 2100, FIN-02015 HUT, Finland
9. Schadter, Z.J., Stannard, S.R., Mundel, T. 82010) Human thermoregulatory behavior during rest and exercise – a prospective review. Physiology and Behavior

Influența adaosurilor din betoane asupra caracteristicilor betonului proaspăt și întărit

Plian Diana¹,

¹doctorand, Facultatea de Construcții și Instalații Iași, email:plian.diana@yahoo.com

Rezumat

În ultimii ani, consumul mondial de beton a crescut, astfel că impactul producției de ciment asupra mediului a crescut, atât datorită cantităților mari de dioxid de carbon emise în atmosferă dar și a consumului mare de energie necesar producerii cimentului.

Ca urmare, se caută soluții de utilizare a cimentului cu adaosuri, prin înlocuirea unei cantități de ciment cu adaosuri minerale disponibile local.

În lucrare sunt puse în evidență efectele pe care diferite tipuri de adaosuri minerale le conferă betonului în stare proaspătă și întărită.

Cuvinte cheie: adaosuri, betoane, caracteristici tehnice.

1. INTRODUCERE

Utilizarea pe scară din ce în ce mai largă a cimenturilor cu adaosuri face necesară o clarificare a influenței acestor adaosuri asupra comportării în timp și în diferite medii a betoanelor preparate cu acestea.

Teoretic vorbind, nu se pot face decât considerații de ordin general, având în vedere multitudinea de factori care intervin:

- natura și proprietățile adaosurilor;
- procentul de utilizare în ciment;
- amestecarea în diferite procente a mai multor adaosuri.

Cenușile, zgurile, praful de silice și puzzolanele naturale pot fi utilizate în ciment datorită proprietăților date de activitatea hidraulică sau / și puzzolanică [1].

2. ADAOSURI: DEFINIȚIE ȘI CLASIFICARE

Adaosurile sunt materiale anorganice fine ce se pot adăuga în beton în cantitate de 5-35% din masa cimentului, utilizate în vederea îmbunătățirii anumitor caracteristici ale acestuia sau pentru a realiza proprietăți speciale [2]. Adaosurile pot îmbunătăți, în special, următoarele caracteristici ale betonului: lucrabilitatea, gradul de impermeabilitate, rezistența la agenți chimici agresivi etc.

Clasificarea adaosurilor:

1. Inerte, înlocuitor parțial al părții fine din agregat, caz în care se reduce cu cca. 10% cantitatea de nisip (0-3 mm) din agregate. Folosirea adaosului inert conduce la îmbunătățirea lucrabilității și compactității betonului; cel mai frecvent folosit fiind filerul de calcar.

2. Active (puzzolanice sau hidraulice), caz în care se contează pe proprietățile hidraulice ale adaosului; principalele adaosuri din această categorie fiind: zgura granulată de furnal, cenușa de termocentrală, praful de silice etc.

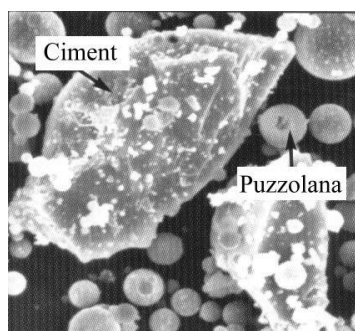
Adaosurile vor îndeplini, în totalitate, reglementările tehnice specifice precum și condițiile tehnice de calitate prevăzute în NE 012/2-2010 [3].

Puzzolana este un material silicios sau aluminosilicios care în prezența umidității reacționează chimic cu hidroxidul de calciu obținut prin hidratarea cimentului Portland, rezultând silicatul de calciu hidratat și alți compuși cimentoizi [4]. Puzzolanele și zgurile sunt în general considerate ca materiale cimentoide suplimentare.

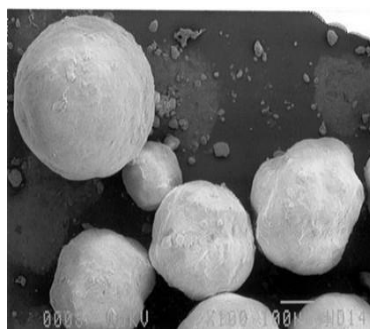
Utilizarea unor materiale cimentoide suplimentare în cimenturi a început să se pună acut începând din anul 1970 din considerente legate atât de protecția mediului și de economia de energie, cât mai ales de avantajele potențiale pe care le conferă betonului.

Adaosurile pot fi introduse în ciment sau direct în betoane. Utilizarea adaosurilor în cimenturi prezintă avantaje majore având în vedere controlul strict la fabricație (caracteristicile adaosurilor și proporția de adaosuri) care conduce la asigurarea constanței calității cimenturilor și implicit a betoanelor preparate cu acestea.

Cel mai dificil aspect de elucidat este acela al găsirii domeniilor de utilizare în cazul în care adaosurile se amestecă în diferite proporții în ciment. Singura cale de rezolvare a acestei probleme este cercetarea experimentală .



a.



b.

Fig. 1 Imagini microscopice

a. comparație dimensiune granulă ciment și particulă puzzolană naturală,

b. particule de silice ultrafină, sub forma unor sfere cu diametrul sub $0,2\mu$.

3. EFECTELE ADAOSURILOR ASUPRA BETONULUI PROASPĂT

Datorită varietății materialelor cimentoide și a caracteristicilor acestora, efectul lor diferă destul de mult în amestecul de beton. Studiind literatura de specialitate, se pot desprinde câteva observații.

În general amestecurile de beton conținând cimenturi cu cenuși necesită mai puțină apă (între 1% și 10%) pentru o anumită tasare, față de betonul conținând numai ciment Portland [5].

Utilizarea unui dozaj ridicat poate conduce la o mai mare reducere a cantității de apă.

Totuși anumite cenuși pot cere o cantitate mai mare de apă până la 5%. Zgurile, în general, reduc necesarul de apă cu cca. 1-10%, depinzând de dozaj [6]. Necesarul de apă pentru betonul conținând praf de silice crește odată cu conținutul acestuia. Cimenturile cu cenuși și zgură îmbunătățesc în general lucrabilitatea betoanelor.

Separarea apei și segregarea sunt în general mai mici în cazul utilizării cimenturilor cu cenuși. Acest efect conduce la utilizarea lor în special în amestecuri care sunt deficitare în partea fină.

Utilizarea prafului de silice reprezintă o metodă eficientă de reducere a segregării. Cantitatea de aditivi antrenori de aer din amestec cerută pentru a obține un conținut specificat de aer antrenat este mai mare în cazul utilizării cimenturilor cu cenuși. Praful de silice are o influență mare asupra necesarului de aditivi.

Concluzia este că atât cenușile cât și praful de silice vor reduce cantitatea de aer oclus, în cazul betoanelor care nu au în compoziție aer antrenat. Cantitatea de aditivi antrenori de aer cerută pentru un anumit conținut de aer din beton este funcție de finețe, de conținutul de carbon, de alcali, de materiale organice, de pierderea la calcinare și de prezența impurităților în cenuși.

În general proporțiile de aer antrenat și aer oclus ale betonului conținând ciment cu zgură nu diferă de ale betonului preparat cu ciment Portland.

Cenușile, puzzolanele naturale și zgurile au o căldură de hidratare mai redusă decât cea a cimenturilor Portland.

În consecință, utilizarea cimenturilor care au în componență aceste adaosuri va conduce la reducerea cantității de căldură degajată în cazul realizării unei anumite structuri de beton [7]. În mod evident acest lucru este benefic în cazul turnării elementelor masive.

Utilizarea cimenturilor cu cenuși și zgură de furnal are un efect de întârziere a prizei betonului, la aceeași finețe de măcinare, față de utilizarea cimentului Portland fără adaosuri [8].

Întârzierea prizei depinde de mai mulți factori cum ar fi : dozajul de ciment cu adaosuri, necesarul de apă, tipul de reactivitate a zgurii, temperatura betonului.

Acest efect constituie un avantaj în cazul turnării betonului în condiții de temperatură ridicată. La turnarea în condiții de temperatură scăzută trebuie să se

utilizeze aditivi acceleratori de priză pentru a preîntâmpina efectele neplăcute datorate întârzierii prizei.

Betonul conținând cimenturi cu adaosuri (în dozaje sub 400 kg/m^3) va putea fi în general la fel de bine sau chiar mai bine finisat față de betonul preparat cu cimenturi fără adaosuri.

O atenție specială se va acorda finisării betonului conținând cantități mai mari de praf de silice.

Din cauza tendinței reduse de separare a apei în betonul conținând praf de silice crește pericolul fisurării din contracție plastică. Problema poate fi evitată prin protejarea betonului împotriva uscării rapide.

Alte puzzolane [9] sau zgurile au în general un efect redus asupra fisurării date de contracție. Materialele cementoide care cresc substanțial timpul de priză pot conduce și la creșterea riscului fisurării datorat contracției [10].

Efectul condițiilor de temperatură și umiditate asupra proprietăților de priză și de dezvoltare a rezistențelor betonului conținând materiale cementoide suplimentare sunt similare cu efectele pe care le produc asupra betonului preparat numai cu ciment Portland.

Totuși, în cazul în care se utilizează materiale la care rezistențele inițiale ale betonului se ating mai greu, durata tratării betonului trebuie prelungită. O tratare adecvată a tuturor tipurilor de betoane și în special a celor care conțin cimenturi cu adaosuri va începe imediat după finisare. O tratare umedă de șapte zile este indicată pentru majoritatea cazurilor.

4. EFECTELE ADAOSURILOR ASUPRA BETONULUI ÎNTĂRIT

4.1 Rezistențele mecanice ale betonului

Cenușa, zgura și alte materiale cementoide contribuie la dezvoltarea rezistențelor în beton [10]. Variația rezistenței betonului preparat cu astfel de cimenturi cu adaosuri este destul de mare, rezistența putând fi mai mare sau mai mică decât rezistența betonului utilizând ciment Portland.

În general betonul ce conține cimenturi cu procente ridicate de adaosuri înregistrează creșteri mai mari de rezistență după 28 de zile față de betonul preparat numai cu ciment Portland.

Rezistența la întindere și încovoiere, precum și aderența beton-armătură sunt afectate în aceeași manieră ca și rezistența la compresiune.

Din cauza unei scăzute reacții puzzolanice a unor materiale cementoide, tratarea betonului preparat cu cimenturi cu adaosuri (în ceea ce privește umiditatea și temperatura) trebuie efectuată o perioadă mai lungă de timp decât în cazurile betoanelor preparate numai cu ciment Portland.

Dezvoltarea rezistențelor betonului cu cimenturi cu cenușă / zgură este similară cu cea a betonului preparat numai cu ciment Portland, când betonul este tratat la temperaturi în jur de 23°C.

Evoluția rezistențelor în timp poate fi influențată prin: utilizarea de adaosuri ce ating rezistențe mari la vârste mici, scăderea raportului A/C, creșterea temperaturii de tratare, utilizarea aditivilor acceleratori.

Evoluția rezistențelor în timp și întârzierea atingerii unor rezistențe în cazul utilizării adaosurilor în cimenturi nu constituie întotdeauna un dezavantaj. Acest aspect se transformă într-un avantaj în cazul turnării betonului pe timp călduros, conducând la mărirea timpului de punere în operă și de finisare a betonului.

Având în vedere, de asemenea, că structura construcției nu este pusă în serviciu după 28 de zile, rezistența betonului în momentul în care structura este încărcată la valorile proiectate va fi mai mare decât cea la care a fost proiectată (clasa betonului fiind caracterizată prin rezistența la 28 de zile).

De evoluția în timp a rezistențelor betoanelor preparate cu diferite tipuri de cimenturi trebuie să se țină seama și în cazul altor operații tehnologice specifice betonului, cum ar fi decofrarea elementelor. Termenele de decofrare depind în mare măsură de viteza de întărire a betoanelor.

Rezistența la impact și abraziune a betonului este legată de rezistența la compresiune și de tipul agregatelor. Betonul conținând cimenturi cu cenușă are, după unii cercetători, aceeași rezistență la abraziune ca betonul ce conține ciment Portland. Rezistența la abraziune este o funcție a rezistenței la compresiune.

4.2 Rezistența la îngheț-dezghet

Un beton rezistent la deteriorările produse de ciclurile de îngheț-dezghet, are o bună rezistență la compresiune și un conținut adecvat de aer antrenat.

Pentru ca betoanele ce conțin cimenturi cu anumite procente de adaosuri să aibă aceeași rezistență la îngheț-dezghet cu betoanele ce conțin numai ciment Portland, acestea trebuie să îndeplinească următoarele condiții: să aibă aceeași rezistență la compresiune, să aibă un conținut adecvat de aer antrenat, trebuie să fie uscate în aer cel puțin o lună înainte să fie saturate și expuse la cicluri de îngheț-dezghet.

Studiile au arătat că o creșterea a procentului de materiale cementoide poate conduce la o scădere a rezistenței la îngheț-dezghet.

4.3 Rezistența la agenți de dezghețare

Cercetările experimentale și constatările comportării în timp a unor structuri din beton conținând anumite dozaje normale de cenuși zburătoare sau zgură de furnal în cimenturi, supuse unor medii cu îngheț-dezghet și acțiunii agenților de dezghețare, au demonstrat o comportare corespunzătoare a acestora.

Cercetările de laborator au indicat de asemenea că betoanele ce conțin cimenturi cu adaosuri pot avea în cele mai multe cazuri rezistențe egale la acțiunea agenților de dezghețare cu cele ale betoanelor cu ciment Portland.

Rezistența la aceste tipuri de acțiuni poate scădea în cazul creșterii procentului de materiale cimentoidale. Important pentru o bună rezistență la aceste tipuri de acțiuni este alegerea corespunzătoare a compoziției, o bună punere în operă și o tratare corespunzătoare a betonului.

Rezistența la agenții de dezghețare pentru toate tipurile de betoane este în mod substanțial îmbunătățită dacă se respectă următoarele condiții: se utilizează un raport A/C redus, se utilizează un dozaj moderat de ciment, se prevede un conținut adecvat de aer antrenat, tratarea betonului se face corespunzător, se menține betonul o perioadă minimă de timp în aer uscat înainte de a fi expus la îngheț-dezghet și agenți de dezghețare.

4.4 Con tracția și cur gerea lentă

Când se utilizează în cantități reduse, efectul cenușilor de termocentrală, a zgurilor din cimenturi și a prafului de silice asupra contracției și curgerii lente a betonului este redus. Incluse în cantități mai mari, aceste adaosuri determină accentuarea contracției.

4.5 Permeabilitatea și absor bția

Cu o tratare adecvată, betonul conținând cimenturi cu cenușă de termocentrală, zgură de furnal și puzzolane naturale prezintă permeabilitate și absor bție reduse.

Cercetările de laborator au indicat că permeabilitatea betonului se reduce cu creșterea cantității de materiale cimentoidale hidratate și cu descreșterea raportului A/C. Absorbția betonului cu cimenturi cu cenuși este aproximativ aceeași cu a betonului preparat cu ciment fără adaosuri, deși anumite cenuși pot reduce absorbția cu 20% sau chiar mai mult.

4.6 Reacția alcalii-agregate

Reacția alcalii-agregate poate fi controlată prin utilizarea unor adaosuri (materiale cimentoidale). Clasificarea cenușilor de termocentrală dată în ASTM C 618 [11] se face funcție de tipul de cărbune din care provine cenușa. Astfel cenușile de tip F provin din cărbuni bituminoși și sunt în general silicioase, iar cele de tip C provin din cărbuni sub-bituminoși și lignit și sunt bogate în CaO. Activitatea puzzolanică a cenușilor de clasă F este clară și depinde de finețea de măcinare.

Cimenturile cu cenuși din clasa F pot reduce reactivitatea, respectiv expansiunea, până la 70% sau mai mult în unele cazuri. Suplimentar, materialele cimentoidale produc și silicat de calciu hidratat, care leagă chimic alcaliile în beton. Determinarea cantităților suplimentare (optime) de materiale cimentoidale care să

maximizeze reducerea reactivității se face pe bază de teste de laborator. Adaosurile din cimenturi care reduc reacțiile alcalii-silice nu vor reduce reacțiile alcalii-carbonați.

4.7 Rezistența la coroziune

Printr-o proporționare și selectare adecvate ale adaosurilor din cimenturi poate fi îmbunătățită rezistența betonului la sulfați și la atacul apei de mare. Această caracteristică este dată în primul rând prin reducerea permeabilității și a conținutului de elemente reactive necesare pentru reacțiile expansive sulfatice.

Unii cercetători consideră că un ciment cu 20% cenușă de clasa F este optim pentru îmbunătățirea rezistenței la sulfați (un exemplu de cenușă silico-aluminoasă de tip F este cenușa de Mintia). Betoanele cu cimenturi cu cenușă din clasa F sunt mai rezistente la sulfați decât cele preparate cu cenușa de clasa C. Zgura de furnal este în general considerată ca având un rol pozitiv în medii sulfatice.

Unele studii de lungă durată, desfășurate în medii foarte severe, au demonstrat că betonul conținând cimenturi cu zgură este cu puțin mai rezistent decât cel preparat numai cu ciment Portland. Una din cauzele acestei comportări a fost considerată ca fiind proiectarea necorespunzătoare a amestecului.

Adaosurile din cimenturi reduc riscul coroziunii armăturii prin reducerea permeabilității betonului bine tratat, la apă, aer și ioni de clor. Cenușa din ciment poate reduce în mod semnificativ penetrarea ionilor de clor.

Betonul conținând praf de silice scade în mod substanțial permeabilitatea și penetrarea ionilor de clor și de asemenea crește permeabilitatea electrică, reducând astfel reacțiile electrochimice care provoacă coroziunea.

Din această cauză, betoanele cu praf de silice se utilizează la poduri, parkinguri, garaje etc., având în vedere că aceste structuri sunt foarte vulnerabile la coroziunea datorată clorului.

Carbonatarea betonului este un fenomen prin care dioxidul de carbon din aer penetrează betonul și reacționează cu hidroxizii, cum ar fi hidroxidul de calciu, pentru a forma carbonații. În reacția cu hidroxidul de calciu se formează carbonatul de calciu.

Carbonatarea reduce alcalinitatea betonului. Alcalinitatea ridicată a betonului este necesară pentru protejarea armăturii din oțel împotriva coroziunii, în consecință betonul trebuie să fie rezistent la carbonatare pentru a preveni coroziunea oțelului beton. Gradul de carbonatare a betonului crește în următoarele cazuri: raport A/C ridicat, dozaj mic de ciment, perioada scurtă de tratare, etc. În asemenea cazuri, betonul este permeabil și poros iar carbonatarea este rapidă.

La doze normale cenușa din ciment conduce la o ușoară creștere a carbonatării, dar în general nesemnificativă în betonul supus unor medii normale. Problematika carbonatării betoanelor cu cimenturi cu adaosuri este deosebit de importantă din mai multe motive. Unul din motive este faptul că acest fenomen apare atât în medii normale cât și agresive, putând afecta grav durabilitatea betoanelor armate.

5. CONCLUZII

Prezența adaosurilor în betoanele de ciment este importantă deoarece se pot îmbunătăți anumite proprietăți mecanice sau de comportare în timp.

Aceste adaosuri au influențe diverse care depind de tipul adaosului, de compoziția sa chimică și de dozajul în care se regăsește în amestecurile de beton.

Este necesară studierea în profunzime, atât prin realizarea de studii experimentale, dar și de fundamentarea aspectelor teoretice, astfel ca betonul obținut să satisfacă cerințele de rezistență și durabilitate pentru domenii specifice.

Bibliografie

- 1.Cementitious Materials for Concrete, (2001). ACI Education Bulletin E3-01.2001, American Concrete Institute
- 2.Design and Control of Concrete Mixtures, (1991). 13th Edition, Portland Cement Association, Skokie, Ill
- 3.*** NE 012/2-2010. Normativ pentru producerea și executarea lucrărilor din beton, beton armat și beton precomprimat- Partea 2: Executarea lucrărilor din beton
- 4.Walker R, Pavla S, (2011). Physical properties and reactivity of pozzolans, and their influence on properties on lime-pozzolan pastea. Materials and Structures
- 5.ACI Committe 232, (1996). Use of Fly Ash in Concrete (ACI 232.2R-96), American Concrete Institute,
- 6.Georgescu D.P. (2013). Cercetări experimentale privind utilizarea adaosurilor de zgură granulată de furnal în beton. Determinarea experimentală a valorii coeficientului K. Partea 1, Revista Română de Inginerie Civilă, Vol 4 (2013), Numărul 1
- 7.AASHTO M85. Specification for Portland Cement, American Association of State Highway and Transportation Officials, Washington D.C.
- 8.ACI Committee 225, (1999). Guide to the Selection and Use of Hydraulic Cements (ACI 225-99), American Concrete Institute, Farmington Hills, Mich.
- 9.ACI Committee 232, (1994). Use of Natural Pozzolans in Concrete (ACI 232.1R-94), American Concrete Institute, Farmington Hills, Mich.
10. ACI Committee 233, (1995). Ground Granulated Blast- Furnace Slag as a Cementitious Constituent in Concrete (ACI 233R-95), American Concrete Institute, Farmington Hills, Mich.
11. ASTM C618. Fly –ash and Natural Pozzolans.

Reutilizarea structurii rutiere vechi la construcția structurii rutiere noi

Ionela Scânteianu (Botezatu)¹

¹doctorand, Facultatea de Construcții și Instalații Iași, e-mail ella_scanteianu@yahoo.com

Rezumat

Reabilitarea drumului vechi prin reciclare și stabilizarea structurii rutiere existente reprezintă o tehnologie de reabilitare denumită Reciclarea cu recuperarea în profunzime a complexului rutier. Această tehnologie este asemănătoare cu tehnologia de reciclarea la rece ”in situ” cu deosebirea că aceasta pătrunde în profunzimea structurii rutiere. Această tehnologie oferă o soluție în timp utilă, cost-eficientă pentru a readuce la viață vechea structură rutieră.

Cuvinte cheie: reciclarea la rece ”in situ”, reabilitarea structurii rutiere, recuperarea în profunzime.

1. INTRODUCERE

În ultimele decenii s-au înregistrat evoluții extraordinare în domeniul reciclării drumurilor, în special din cauza diminuării resurselor naturale, a spațiului de depozitare cât și a echipamentelor de reciclare. În timp ce alte metode de reciclare la rece pot atenua problemele legate numai din straturile superioare ale unei structuri rutiere, reciclarea în profunzime este singura metodă de reciclare la rece in situ, care poate fi folosită pentru tratarea unei game largi de probleme, în special probleme din straturile profunde, cum ar fi probleme asociate cu straturi de bază slabe.[1] Această tehnologie de reabilitare prin reciclarea în profunzime a structurii rutiere este eficientă acolo unde structura rutieră existentă: este serios deteriorată; indică probleme la stratul de bază sau de fundație; mai mult de 15% din îmbrăcămintea rutieră necesită reparații în profunzime.

Reciclarea cu recuperarea în profunzime a structurii rutiere (Full Depth Reclamation - FDR) reprezintă o soluție constructivă modernă, având următoarele avantaje:

- economii importante la consumul de materiale de masă noi, structura rutieră nouă având în alcătuirea sa până la 90% materiale deja existente în vechea structură;

- economii la transport rezultate din faptul că materialele de masă noi au o pondere redusă; economii de energie, deoarece amestecul se realizează ”în situ” nefiind necesară recurgerea la fabricarea amestecurilor în stații fixe;
- impact extrem de favorabil asupra mediului, prin consumul redus de fosili, în toate fazele procesului tehnologic (fabricație, transport, așternere).

2. PROCESUL DE EXECUȚIE ȘI ECHIPAMENTE

Reciclarea prin recuperarea în profunzime a structurii rutiere utilizează materialul din structura rutieră deteriorată stabilizându-l și creând astfel o nouă bază stabilizată. Această bază va fi mai puternică, mai uniformă, mai omogenă și mai rezistentă decât cea inițială.

2.1. Proiectarea și execuția

Procedura de bază este relativ simplă, procesul de reciclare prin recuperarea în profunzime a structurii rutiere se poate termina într-o singură zi iar traficul local poate reveni aproape imediat la normal. Înainte de începerea lucrărilor de execuție trebuie efectuată o evaluare a stării complexului rutier existent prin: investigarea amplasamentului, analiza structurii rutiere (gravitatea și frecvența degradărilor).

Procesul de execuție se desfășoară astfel: complexul rutier existent este frezat, malaxat și stabilizat pentru a forma un strat nou de bază omogen; compactarea finală se efectuează cu compactoare convenționale; acest ultim proces poate include adăugarea de produse chimice la stratul de bază, în scopul de a crește capacitatea de rezistență.

Stabilizarea chimică oferă beneficii cum ar fi rezistența la compresiune mai mare și impermeabilitatea bazei tratate, principalul motiv pentru care structura rutieră a prezentat probleme premature fiind infiltrarea apei [2].

Stabilizarea materialului recuperat se poate realiza astfel:

- Stabilizarea mecanică este un proces în care se adăugă un aport de agregate noi la stratul recuperat pentru a îmbunătăți granulometria și pentru a crește capacitatea structurală a stratului de bază. Această metodă de stabilizare este recomandată pentru drumurile cu trafic ușor sau mediu.
- Stabilizarea chimică este un proces care permite ca materialul din complexul rutier degradat să fie transformat într-un strat de bază puternic. Aditivii tipici folosiți în acest proces, fie singuri fie în combinație între ei, sunt: ciment, var, cenușă zburătoare și alte produse chimice brevetate.

- Stabilizarea bituminoasă este un proces în care un material bituminos este amestecat cu materialul recuperat cu scopul de a crea o bază stabilizată care este flexibilă și rezistentă la oboseală și fisuri. Stabilizarea cu materiale bituminose este recomandată pentru drumuri cu volum de trafic ridicat. Materialele folosite la stabilizare pot fi: bitum, emulsie bituminoasă sau bitum spumant.

Pentru cerințele crescute de stabilizare pot fi utilizate combinații între cele trei prezentate mai sus, cum ar fi o stabilizarea a stratului recuperat cu ciment, emulsie bituminoasă și cenușă zburătoare.



Fig. 1. Stabilizarea materialului recuperat odată cu frezarea și măcinarea acestuia [4]

Pentru a selecta forma optimă de stabilizare a stratului recuperat se efectuează teste de laborator care includ: compoziția granulometrică a materialului recuperat, determinarea compoziției materialului, densitatea aparentă a materialului, absorbția de apă a materialului recuperat, metoda volumului de goluri, metoda pentru calculul dozajelor.

2.2. Tipurile de echipament

În prezent sunt folosite trei tipuri de operațiuni de dimensionare și de amestecare in situ astfel: în multiple etape, în două etape și echipamentul single-pass tren.

2.1.1. Operațiunea în etape multiple

În acest procedeu structura rutieră existentă este scarificată, măcinată și amestecată cu un aditiv de stabilizare. Echipamentele disponibile pentru scarificarea inițială includ un greder sau buldozer cu dinți Ripper [3].

Pentru măcinarea după scarificarea inițială este disponibilă o varietate de echipamente:

- Compactor picior oaie sau compactor cu rolă padfoot, pentru reducerea dimensiunii materialului scarificat.
- Greder cu dinți Ripper, echipat cu un cuțit de compactore în spate, pentru executarea operațiunilor de scarificare și de măcinare.
- Echipament format dintr-un utilaj cu mixer autopropulsat cu arbori rotativi transversali unici sau multipli, pentru scarificare, măcinare și operațiunile de amestecare. Operațiunea de amestecare este efectuată cu un mixer lamă sau un mixer transversal-ax.

Dezavantajele folosirii echipamentelor de mai sus sunt următoarele: au nevoie de mai multe treceri pentru a atinge granulometria necesară, pot provoca lipsa de uniformitate în profunzimea a tăierii și au limitări privind adâncimea de tăiere.

2.1.2. Operațiunea în două etape

În acest procedeu, operațiile de scarificare și de măcinare sunt combinate împreună cu o mașină de frezat la rece (figura 2); principala caracteristică a unei mașini de frezat la rece este un tambur rotativ căptușit cu un număr variabil de dinți de tăiere, înlocuibil (în funcție de lățime), care este folosit pentru a măcina materialul existent. Aceste mașini pot asigura un control precis al adâncimii de frezare. A doua etapă implică adăugarea aditivului de stabilizare pentru stabilizarea solului.



Fig. 2. Mașină de frezare la rece

Această metodă prezintă avantajul că oferă o adâncime de tăiere de precizie mică, viteză mai mare, mai puțină uzură a dinților, mai puțină putere pentru a opera și mai puține daune la startul suport.

2.1.3. *Echipamentul single-pass tren*

În acest procedeu, operațiile de frezare, măcinare și amestecare sunt efectuate de o singură mașină (reciclator) după cum este prezentat în figura 3. [4]



Fig. 3. Echipament single pass tren [4]



Fig. 4. Reciclatorul în lucru

Materialul recuperat și măcinat este amestecat în interiorul mașinii, în același timp se adaugă și aditivi de stabilizare și apă.

Reciclatorul este urmat de utilaje de nivelare (autogreder) și echipamente de compactare[3]. Acest lucru oferă un material de bază care este mult mai puternic și mai durabil decât cel amplasat în construcția inițială a structurii rutiere.

3. CONCLUZII

Recuperarea completă în adâncime transformă o structură rutieră veche într-un strat de bază stabilizat. Această tehnologie de reabilitare elimină fusurile din straturile de bază a structurii rutiere și elimină reflectarea fisurării, conservă materiale existente, reduce costurile viitoare de întreținere.

Bibliografie

- 1.D. Jones, P Fu, J.T. Harvey - Full depth pavement reclamation with foamed asphalt in California Guide lines for project selection design and construction, march 2009
- 2.Portland Cement Asociation - The road recycled Full depth reclamation with cement, 2008
- 3.RSTA is the Road Surface Treatments Association. Code of practice for in situ structural road reccling, January 2012
- 4.Wirtgen Cold recycling tehnology 2010 <http://www.wirtgen.de/>

Optimizarea parametrilor de proiectare a silozurilor metalice circulare

Toma Alina Elena¹,

¹doctorand, Facultatea de Construcții și Instalații Iași, alina.e.toma@gmail.com

Rezumat

În contextul economic actual, agricultura a început să redevină unul dintre principalele domenii de activitate economică, menținându-se ca ramură principală a economiei naționale în toate statele inclusiv în cele puternic dezvoltate. Principala problemă în această industrie este lipsa spațiilor de depozitare, factor esențial în menținerea calității cerealelor. Stocarea cerealelor în structuri industriale, tip silozuri, asigură acestora calitate ridicată și protecție împotriva factorilor ce duc la deteriorarea și pierderea producției și permite păstrarea lor indiferent de anotimp și factori climatici. Silozurile au un rol economic important în această industrie, exigențele agriculturii moderne ținând cont de productivitate și eficiență ridicată. Silozurile, sub diferite forme structurale, sunt de departe fundamentul în succesul multor proiecte industriale. Articolul de față analizează aspecte privind deteriorările structurale ce pot apărea la structuri din clasa de silozuri în fazele de exploatare sau de întrerupere a curgerii materialului granular. Evitarea acestor deteriorări se poate realiza prin eficientizarea procesului de proiectare, adică prin identificarea parametrilor ce pot provoca degradări structurale. Lucrarea prezintă aspecte relevante din procesul de proiectare a silozurilor metalice, analizând factorii ce pot conduce la reducerea degradărilor structurale și la asigurarea siguranței în exploatare a acestor tipuri de construcții industriale.

Cuvinte cheie: proiectarea silozurilor metalice, reducerea degradărilor structurale, modele de curgere, siguranța în exploatare.

1. INTRODUCERE

Datorită problemelor economice globale, necesitatea păstrării producției în spații de depozitare performante care să permită înmagazinarea acestora în condiții cât mai bune și pe termen cât mai îndelungat, a determinat inițierea unui număr considerabil de proiecte de cercetare pentru identificarea și dezvoltarea procesului de proiectare a silozurilor.

Silozurile se află în topul echipamentelor industriale ce suferă cedări structurale. Deseori, cedarea implică deformarea iar structura nu mai prezintă siguranță în exploatare. (Dogangun, 2009) În alte cazuri, cedarea implică colapsul întregii structuri cu pierderi economice foarte mari, având loc chiar și pierderi de vieți.

Cedarea poate fi completă, fără a se mai putea interveni pentru reabilitarea și consolidare structurală.

În multe cazuri în care mentenanța există, deformațiile elementelor sunt observate din timp și pot fi luate măsuri în consecință. (Martinez, 2003)

Proiectarea corectă a silozurilor este un proces complex, cunoscut de un număr redus de specialiști în domeniu. Dintre factorii cu cel mai mare impact asupra procesului de proiectare se evidențiază problema cunoașterii caracteristicilor materialului granular înmagazinat, acestea dictând tipologia geometrică a silozului respectiv pâlniei și determinând modelul de curgere, caracteristică ce trebuie stabilită în prima fază de proiectare. (Dogangun, 2009)

Silozurile corect proiectate, construite și întreținute pot avea o durată de viață mai lungă, evitându-se astfel costurile ridicate ale lucrărilor de consolidare sau reconstrucție. (Calin, 1970)

Eficiența în procesul de proiectare constă în identificarea și abordarea tuturor factorilor ce pot determina reducerea degradărilor structurale și asigurarea siguranței în exploatare a acestor tipuri de construcții industriale.

2. STADIUL ACTUAL AL CERCETĂRII ÎN DOMENIUL STRUCTURILOR METALICE DE DEPOZITARE A PRODUSELOR GRANULARE

Pe o perioadă de peste 100 de ani, proiectarea silozurilor a fost un subiect foarte important în activitatea de cercetare, primele publicații care apar în literatura de specialitate datând încă din 1880. Printre pionierii cercetărilor făcute în acest domeniu cu contribuții majore îi amintim pe inginerul german H.A. Janssen ce și-a început activitatea în anul 1895 și inginerul canadian J.A. Jamieson - din anul 1903. (Jenike, 1961). Primele cercetări s-au axat pe identificarea proprietăților materialelor granulare iar evoluția tehnologică în industrie a accentuat necesitatea determinării acțiunilor asupra pereților silozului.

2.1 Identificarea factorilor cu aspect relevant în procesul de proiectare

Identificarea modelelor de curgere în funcție de geometria silozului și modul în care tipul de curgere este influențat de proprietățile de curgere ale materialului au avut o influență semnificativă în stabilirea formulelor de calcul aferente solicitărilor care se iau în considerare în proiectarea silozurilor, acest aspect fiind considerat de mare actualitate.

Recunoașterea rolului important pe care îl au stabilirea corectă a modelelor de curgere și influența acestora în identificarea și controlul încărcărilor ce apar pe

pereții silozului a fost un subiect de cercetare în continuă desfășurare în ultimii 70 de ani. (Wright, 1972) În ciuda acestui fapt, stabilirea acțiunilor exercitate asupra pereților silozului rămâne un subiect de o complexitate considerabilă, înregistrându-se cedări structurale și după publicarea eurocodurilor ce tratează calculul încărcărilor și proiectarea silozurilor metalice : EC1-4:2006, EC3-4-1:2007.

Printre factorii ce au un rol esențial în proiectarea silozurilor se enumeră:

- geometria silozului în raport cu proprietățile de curgere ale materialului granular determină alegerea modelului de curgere (Arnold , 1979);
- excentricitățile ce apar la procesul de încărcare și descărcare (Knappman, 1985);
- variația gradului de umiditate al materialului depozitat, în special la cereale, efectul de umflare datorat creșterii umidității, de natură să determine creșteri ale presiunilor în interiorul silozului, care nu sunt luate inițial în calculul acestuia;
- contracția și dilatarea pereților silozului, bazată pe diferența de temperatură dintre ciclul noapte – zi și temperaturile înregistrare în sezonul cald – rece, în cazul depozitării pe termen lung;
- efectele dinamice ce apar în timpul descărcării (Holler , 2006);
- sarcinile importante ce apar în elementele structurale ale silozului îngropate în masa de materie granulară stocată (Jenike, 1964).

Încă din anul 1895 Janssen a studiat aspectele fundamentale ale frecării interne și valoarea numerică a încărcărilor ce apar pe pereții și fundul silozului, acesta elaborând numeroase articole în literatura de specialitate. (Jorgen, 2007) În comparație cu activitatea de cercetare a inginerului german Janssen, se cunosc foarte puține lucruri din metodele experimentale folosite de inginerul canadian Jamieson în activitatea sa de cercetare, acesta din urmă având o contribuție majoră în stabilirea calculului încărcărilor determinate de materialul granular depozitat. Jamieson a demonstrat că în timpul descărcării simetrice a materialului granular, presiunea pe pereții silozului crește peste valoarea presiunilor ce apar în timpul procesului de umplere. Inginerul canadian a examinat descărcarea excentrică și a stabilit că încărcările pe perete în apropierea gurii de evacuare a silozului sunt mai mici decât cele pentru descărcarea simetrică, dar mai mari în partea opusă. Dacă descoperirile din activitatea sa de cercetare ar fi fost cunoscute, poate unele dintre degradările și cedările structurale ce au avut loc mai târziu ar fi putut fi evitate. (Li, 1994)

Din analiza studiilor efectuate de Jenike a rezultat că acțiunile exercitate asupra pereților silozurilor reprezintă unul din subiectele de investigație ulterioară. Modelele de curgere a materialului granular fiind identificate și avantajele modelului de curgere în masă cunoscute, activitatea de cercetare a continuat cu studiul încărcărilor din pâlnia de descărcare.

2.2. Analiza comportării în exploatare a silozurilor metalice circulare

Numeroasele cedări structurale ale acestor tipuri de structuri industriale au evidențiat, la mai multe dintre cazuri, greșeli grave de proiectare, exploatarea inadecvată și lipsa totală a activității de mentenanță. În același timp, acțiunea seismică și cedarea din oboseală a materialului sunt factori ce duc la degradări structurale și chiar la colaps . (Harris, 1975)

Silozurile metalice sunt structuri industriale speciale supuse la diferite condiții de încărcare neconvențională, ce se translează în moduri de cedare neobișnuite. Cedarea unui siloz duce la pierderea integrală a structurii, contaminarea și pierderea materialului pe care acesta îl conține. După cedare pot apărea o serie de efecte negative asupra mediului, fiind posibile pierderi de vieți omenești sau leziuni ale personalului de întreținere. (Dogangun, 2009).

Colapsul unui siloz se produce, de obicei, brusc și casant, uneori putând fi cauzat de exploziile datorate acumulării de praf din materialele pulverulente cu potențial exploziv. (EC1) Cedarea structurii se poate produce peste un hambar, dacă silozul este în apropierea facilităților industriale, având ca efect o pierdere suplimentară și eventual rănirea sau pierderea de vieți omenești.

Deteriorarea silozurilor și cedările structurale ce au avut loc în diferite regiuni ale lumii s-au datorat exploziilor și incendiilor provocate de materialul depozitat, încărcărilor asimetrice mari create în procesul de încărcare și descărcare a silozurilor, presiunii neuniforme a solului, coroziunii, clichetului termic și cedării din oboseală a materialului.

3. ASPECTE SPECIFICE PRIVIND PROIECTAREA SILOZURILOR METALICE

Procesul de proiectare a silozurilor este unul foarte complex, fiind cunoscut de foarte puțin specialiști. Așa cum conductele sunt proiectate numai pentru transportul lichidelor, silozurile trebuie proiectate numai pentru depozitarea materialelor pudră sau granulare. Proiectarea acestor structuri industriale necesită cunoașterea caracteristicilor tipului de material înmagazinat și capacitate necesară de stocare, deoarece acestea influențează semnificativ procesul de proiectare. (Maynard, 2013) Acest capitol abordează pașii ce trebuie urmați pentru o proiectare eficientă a silozurilor.

a) Definirea specificațiilor tehnice de depozitare

Primul pas în proiectarea silozurilor este acela de a cunoaște definirea cerințelor și a condițiilor de exploatare:

Capacitatea de stocare. Ce cantitate de material va trebui depozitat? Este necesar un siloz sau va fi nevoie de mai multe?

Evaluarea frecvenței descărcării. Cât va sta materialul în repaus, care este minimul și maximum numărului de fluxuri și descărcări instant? Este descărcarea bazată pe un volum prestabilit ?

Temperatură și presiune. Este materialul depozitat supus la temperaturi ridicate sau scăzute în concordanță cu amplasamentul silozului? Este supus la presiuni negative sau pozitive datorită liniei tehnologice?

Materialul de fabricație. Materialul depozitat are acțiune corozivă? Trebuie luate măsuri speciale?

Considerații de siguranța și protecția mediului. Materialul depozitat are efecte negative asupra mediului, este susceptibil la explozii, trebuie luate măsuri speciale de amplasare?

Considerații despre uniformitatea materialului. Mărimea particulelor, forma, umiditatea. (Maynard, 2013)

b) Alegerea modelului de curgere a materialului granular.

Modul de curgere al materialului depozitat în siloz trebuie stabilit de la început, deoarece afectează mai mulți factori: pâlnia de descărcare, transferul materiei, colectorul de praf . (Maynard, 2013) Problemele de curgere includ fenomene ca :

Formarea arcului de material: deasupra pâlniei de descărcare. Din materialul depozitat se formează un arc ce împiedică curgerea materialului de la partea superioară formării a acestuia, figura 1 a (Purutyan, 1998).

Formarea găurii de șobolan: caracteristică modelului de curgere tronconică, unde curgerea se realizează doar pe un canal tubular pe centrul silozului, restul materialului rămânând staționar, figura 1 b.

Formarea fenomenului de inundare, figura 1 c.

Segregarea particulelor: se formează atunci când în masa de material depozitat sunt particule de forme diferite - cele mari se vor deplasa spre pereții silozului, pe când cele de dimensiune mică vor rămâne în centrul silozului, creând astfel distribuții diferite la descărcare, figura 1 d.

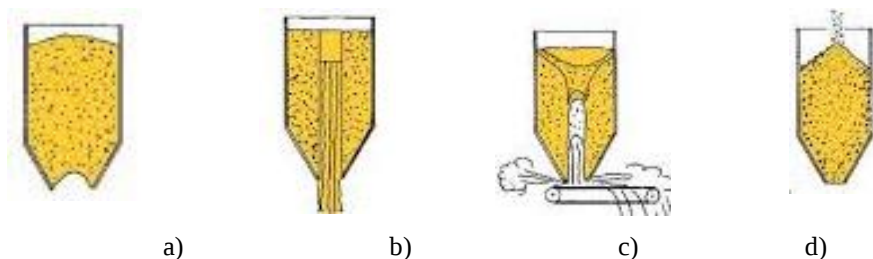


Fig. 1 Probleme de curgere ale materialului granular : a) formarea arcului de material; b) formarea găurii de șobolan; c) formarea fenomenului de inundare; d) segregarea particulelor (Purutyan, 1998).

c) Cunoașterea proprietăților de curgere a materialului granular

Proprietățile de curgere ale materialului trebuie cunoscute pentru a putea anticipa și controla comportarea acestuia în interiorul silozului. Aceste proprietăți se pot măsura prin încercări de laborator în care se crează condiții similare cu cele din interiorul silozului. Dacă aceste proprietăți se modifică rapid sau sunt necesare măsuri de precauție speciale, se vor efectua teste insitu. (Purutyan, 1998) Proprietățile caracteristice pentru curgerea materiei sunt: coeziunea, frecarea cu pereții structurii silozului, densitatea și compresibilitatea materialului, permeabilitatea, tendința de segregare, abraziunea, alunecarea, friabilitatea particulelor. (Martinez, 2003) Toți parametrii enumerați pot varia cu modificări în conținutul de umiditate, mărimea, forma și duritatea particulelor materialului stocat, temperatura, durata de stocare, aditivi chimici, presiunea interioară asupra peretilor silozului, suprafața peretelui.

d) Calculul aproximativ al mărimii silozului

Este necesară cunoașterea cantității aproximative a materialului stocat, pentru a putea estima caracteristicile geometrice ale silozului: înălțime siloz și pâlnie, volum siloz și pâlnie . (Rotter, 1986)

e) Stabilirea modelului adecvat de curgere a materialului granular depozitat

Deși este normal să presupunem că materialul granular va avea curgere liberă (primul intrat/primul ieșit), așa cum lichidul curge într-un rezervor, această presupunere nu este întotdeauna corectă atunci când ne referim la silozuri.

În curgerea tronconică, o parte din material se deplasează pe centrul pâlniei, iar o parte rămâne în repaos pe pereții pâlniei și a silozului. Primul intrat /primul ieșit este un model acceptat dacă materia este grosieră, cu curgere liberă, nedegradabilă și dacă segregarea pe timpul descărcării nu este o problemă prezentă. (Purutyan, 1998)

Presupunând că materia depozitată îndeplinește aceste 4 condiții, atunci silozurile cu curgerea tip pâlnie sunt cea mai economică soluție.

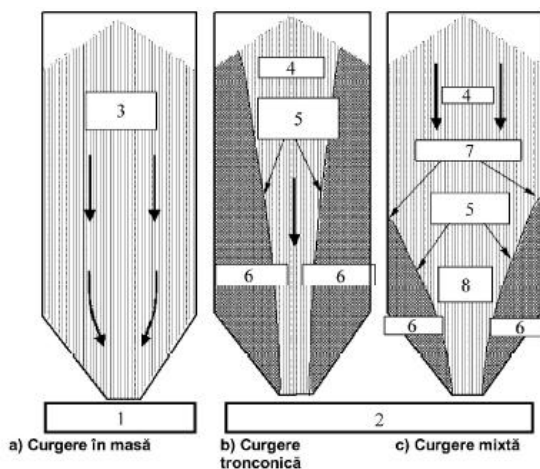
Din păcate, cu multitudinea de materiale granulare existente, curgerea tip pâlnie poate crea probleme serioase de calitate și fiabilitate. (Tatsuoka,1994) Dacă apar fenomenele de formarea arcului în material sau a găurii de șobolan, atunci curgerea poate deveni neregulată, neconstantă. (Purutyan, 1998)

Pulberile fluidizabile, deseori rămân așa fără să se dezaerisească, inundând pâlnia la descărcare. Unele material granulare devin prea moi sau apare segregarea sau acestea se alterează. În cazuri extreme, pot să apară acțiuni accidentale ce au ca efect cedarea structurii. (Tatsuoka,1994)

f) Definirea geometriei pâlniei în funcție de modelul de curgere ales :

Proiectarea pentru curgerea în masă: în acest tip de curgere este esențial ca secțiunea convergentă a pâlniei să fie destul de abruptă și frecarea cu pereții să fie minimă pentru a facilita curgerea granulelor fără stagnarea acestora pe perete. (Schulze, 1998) În plus, pâlnia de descărcare trebuie să fie destul de largă pentru a preveni fenomenul de formare a arcului în material și să acopere rata de descărcare estimată inițial.

Proiectarea pentru curgerea tip pâlnie, sau tronconică: esențial în alegerea acestui model de curgere este mărimea pâlniei, care trebuie să fie destul de mare pentru a depăși fenomenele de formarea arcului în material sau a găurii de șobolan și în același timp să fie suficient de abruptă pentru a se autocurăța. (Purutyan, 1998) În figura 2 sunt prezentate cele două modele de bază ale curgerii.



- | | |
|------------------------------|--------------------------------|
| 1- Curgere în masă | 5- Limita canalului de curgere |
| 2- Curgere tronconică | 6- Material în repaos |
| 3- Tot materialul în mișcare | 7- Racordare efectivă |
| 4- Material în mișcare | 8- Pâlnia de descărcare |

Fig. 2 Modele de bază ale curgerii (EC3, 2008)

4. CONCLUZII ȘI POSIBILITATEA DEZVOLTĂRII ULTERIOARE

Silozurile sunt printre echipamentele industriale cele mai relevante în depozitarea pe termen lung a producției, de aceea stabilirea materialului ce va fi depozitat și a modelului de curgere caracteristic acestuia trebuie realizată înainte de începerea oricărui calcul structural.

În procesul de proiectare a silozurilor metalice, identificarea și analiza factorilor ce pot provoca degradări structurale trebuie efectuată în faza incipientă a proiectării silozurilor pentru minimizarea procentului de producere a acestora.

În acest articol au fost prezentate principalele aspecte relevante din procesul de proiectarea silozurilor metalice circulare dar și influența pe care o au acești factori încă din faza preliminară calculului.

Dezvoltarea ulterioară în ceea ce privește cercetarea din domeniul silozurilor metalice este inovația în topologia geometrică a silozurilor, îmbunătățirea calității oțelului pentru a rezista fenomenului de coroziune un timp cât mai îndelung și eliminarea încă din fază incipientă de proiectare a factorilor ce au avut ca efect degradarea structurală sau cedarea structurii silozurilor.

Bibliografie

1. Arnold P., McLean A.G.; Roberts A. W., “Bulk Solids: Storage, Flow and Handling”. TUNRA Ltd., Univ. of Newcastle, New South Wales, Australia, 1979.
2. Dogangun A., Zeki Karaca, Ahmet Durmus, Halil Sezen, M. ASCE, Cause of Damage and Failures in Silo Structures, Journal of performance of constructed facilities © ASCE / March/April 2009, ISSN 0887-3828
3. Călin L., M. Eliar, T. Ghercu, I. Ghicu "Complexe agrozootehnice de tip industrial", Editura Tehnică, București, 1970
4. Cod de Proiectare Seismică, P100/2013
5. Holler S., Meskouris, K., “Granular material silos under dynamic Excitation: numerical simulation and experimental validation”, Journal of Structural Engineering, Vol. 132, No. 10, (2006), 1573-1579
6. Harris E.C., von Nad, J.D., “Experimental determination of effective weight of stored material for use in seismic design of silos”, ACI Journal, Vol. 82, (1985), 828–833.
7. Jenike, A. W. Gravity flow of solids. Bulletin of the University of Utah. No 123, 1961.
8. Jenike, A. W. Storage and flow of solids. Bulletin of the University of Utah. 53 (26), 1964.
9. Jorgen N., J. Rotter M., Sorensen J. D., ” A note on load combinations for silos”, Silos and granular materials, 2007 (SIGMA)
10. Knappman K., Static properties of granular materials, “Experimental determination of effective weight of stored material for use in seismic design of silos”, ACI Journal, Vol. 82, (1985), 828–813
11. Li H, Analzsis of steel structures on discrete supports, Phd thesis, 1994, The Universitz of Edinburgh, Skotland
12. Martinez N., Strength properties of granular materials, Phd thesis, 2003, University of Puerto Rico
13. Maynard E, Ten steps to an affective bin design, American Institute of Chemical Engineers ,2013
14. Purutyan H., Pittenger B. H., Carson J. W., "Solve Solids Handling Problems by Retrofitting"; Chemical Engineering Process, April 1998: 27-39
15. Rotter, J. M., Pham, L. & Nielsen, J. (1986). On the specification of loads for the structural design of bins and silos. 2nd Int. Conf. On Bulk Materials, Storage, Handling and Transportation (pp. 241-247) The Institution of Engineers, 7-9 July, Wollongong, Australia.
16. Schulze, D.: Feeders and Flow Promoting Devices, in: Silos - Fundamentals of Theory, Behaviour and Design, edited by C.J. Brown and J. Nielsen, London and New York (1998), pp. 200-220 (ISBN 0-419-21580-8)
17. SR EN 1990- (2004). Eurocode 0 - Bazele proiectării structurilor
18. SR EN 1991-4 (2006). Eurocode 1- Acțiuni asupra structurilor – Partea 4: Silozuri și rezervoare.
19. SR EN 1993-4-1 2008 .Eurocode 3 - Proiectarea structurilor din oțel- Partea 4-1 : Silozuri
20. SR EN 1998-4, 2008, Eurocode 8 - Proiectarea structurilor pentru rezistența la cutremur- Partea 4: Silozuri, rezervoare și conducte.
21. Tatsuoaka F., T. Sato, C.-S. Park, Y.-S. Kim, J.N. Mukabi and Y. Kohata, Measurements of Elastic Properties of Geomaterials in Laboratory Compression Tests, Geotechnical Testing Journal 17, 80 (1994).
22. Wright H., An Evaluation of the Jenike Bunker Design Method, Trans. ASME, Paper No. 72-MH-7, 1972

Analiza economică privind reabilitarea energetică a Lăcașurilor de Cult – Biserica Adormirea Maicii Domnului

Țurcanu Florin – Emilian¹

¹doctorand, Facultatea de Construcții și Instalații Iași, turcanufemilian@gmail.com

Rezumat

Problematica actuală a mediului duce la dezvoltarea continuă a tehnologiilor utilizate pentru reducerea consumurilor de energie primară. Bisericile constituie o bogăție inestimabilă, adăpostind elemente de patrimoniu conservate în muzee și clădiri istorice.

Bisericile neîncălzite au fost folosite de secole. Totuși acum, cererea tot mai mare pentru un confort termic a făcut sistemele de încălzire destul de comune dar adesea acestea pot cauza pagube mai mult sau mai puțin evidente. În zonele cu climă uscată, rece, încălzirea generează o stare climatică total diferită de climatul natural. În bisericile neîncălzite, în care opere de artă au fost aclimatizate, în cele mai multe cazuri, această diferență mare de factorii climatici și variabilitatea lor nu este tolerabilă.

Cu excepția câtorva cazuri, elemente de patrimoniu cultural care timp de secole au fost ținute în biserici neîncălzite sunt în stare bună - chiar și în stare optimă. Apoi, după instalarea unuia sau mai multor sisteme de încălzire diferite, s-a observat apariția unor semne de degradare rapidă.

Cuvinte cheie: eficiența energetică, modernizare, clădiri de cult

1. INTRODUCERE

Clădirile reprezintă elementele primordiale pentru acțiunile UE privind eficiența energetică. Consumul de energie la nivel național reprezintă 45% din consumul total de energie, fapt ce impune îmbunătățirea eficienței energetice a clădirilor existente.

Clădirile cu funcție de lăcaș de cult, aflate sau nu în incinta unor așezăminte monahale care dețin și valoare de patrimoniu sunt de obicei, biserici pictate iar fresca este cea care conferă valoare patrimoniului. Conservarea picturilor interioare constituie sau ar trebui să constituie o preocupare majoră la nivel de stat. Este implicat atât patrimoniul național, cât și patrimoniul mondial. Aceasta este cerința minimă care se asociază clădirilor de patrimoniu, în spiritul Directivei Europene 31/2020/UE.

Calitatea de clădire de patrimoniu implică automat includerea lăcașurilor de cult / așezămintelor monahale în circuitul turistic. Principala diferență în raport cu funcția inițială a clădirilor o constituie prezența turiștilor și dezvoltarea unor activități conexe celor turistice în spațiul așezământului monahal. Atracția reprezentată de bisericile pictate cu valoare de patrimoniu incluse în trasee turistice intens mediatizate, conduce la creșterea semnificativă a numărului persoanelor care asistă temporar la serviciul religios, ceea ce din punct de vedere al microclimatului interior reprezintă o perturbare majoră în raport cu situația de referință. Pe de altă parte modernizarea clădirilor în scopul realizării unor condiții de confort termic în sezonul rece amplifică prezența turiștilor și perturbarea climatului interior, acest lucru relevându-se în apariția condensului în zonele cu punți termice ridicate, la intersecții de pereți, la soclu și la acoperiș (Figura 1, Figura 2).



Fig.1. Degradări în urma apariției condensului la soclu



Fig.2. Degradările surprinse în imagini cu termoviziune redau zonele cu punți termice ce favorizează apariția condensului

Clădirile monument istoric care au un număr mare de ore de funcționare anual, dar cărora nu li se poate modifica aspectul fațadelor, trebuie eficientizate energetic.

Din această categorie fac parte muzee, școli, birouri, spitale, hoteluri etc. Ele există în aproape toate localitățile și au o pondere importantă în consumul de energie, o parte dintre ele implicând și asigurarea unor condiții speciale de umiditate interioară, pentru a nu fi afectate obiectele de patrimoniu expuse. În municipiul Iași, de exemplu, există numeroase astfel de clădiri, dintre care pot fi menționate Ansamblul Mănăstirii „Sfinții Trei Ierarhi”, Catedrala Mitropolitană, Palatul Culturii, Universitatea „Al. I. Cuza”, Spitalul Militar (fost liceu), Gara, Primăria, Teatrul Național și multe altele. Bisericele constituie o categorie aparte, datorită caracterului intermitent al utilizării și faptului că, în biserici, credincioșii păstrează hainele de stradă, deci exigențele de confort termic sunt mai modeste.

Normativele C 107/2005 și MC 001/2006 menționează în mod expres că prevederile referitoare la eficientizarea energetică nu se aplică la clădirile cu caracter de monument istoric. La cererea beneficiarului și a arhitecților acest calcul a fost realizat pentru a avea un ordin de mărime a gradului de izolare termică și a măsurilor de eficientizare energetică. În cele ce urmează se analizează câteva variante de reabilitare energetică, aplicabile la aceste tipuri de clădiri.

2. SCURT ISTORIC AL OBIECTIVULUI STUDIAT

Clădirea aparținând cultului romano-catolic poartă hramul Adormirea Maicii Domnului și este situată în municipiul Iași, în zona III eoliană și zona III climatică a României cu o temperatură exterioară de -18°C . Edificiul a fost ridicat între anii 1782-1789. Acesta a suferit multiple intervenții în vederea reabilitării, atât în urma unor cutremure cât și în urma incendiilor. De asemenea, pe parcursul anilor, biserica a fost mărită cu zona ce acum servește drept altar (Figura 3).

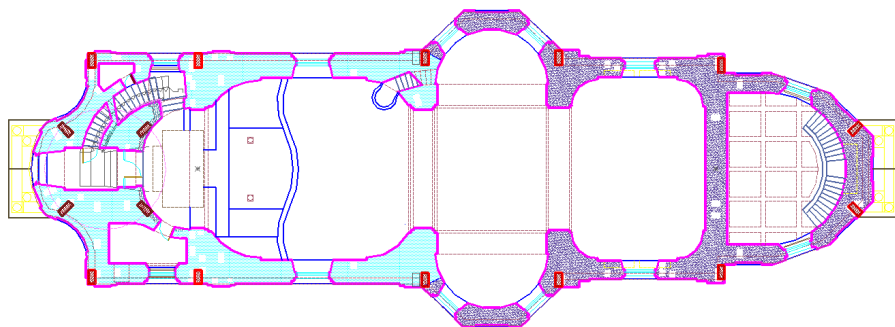


Fig. 3. Forma actuală în plan a bisericii Adormirea Maicii Domnului din Iași

Monumentul cu valoare istorică are regimul de înălțime P, cu un spațiu util de 351,47 m². Structura de rezistență este realizată din zidărie cu cărămidă plină. Vechimea edificiului de 233 de ani, materialele folosite cât și intemperiiile vremii

au dus la degradări multiple în structura clădirii. Finisajele exterioare sunt degradate, acestea prezentând fisuri și căderi parțiale ale tencuielilor (Figura 4).

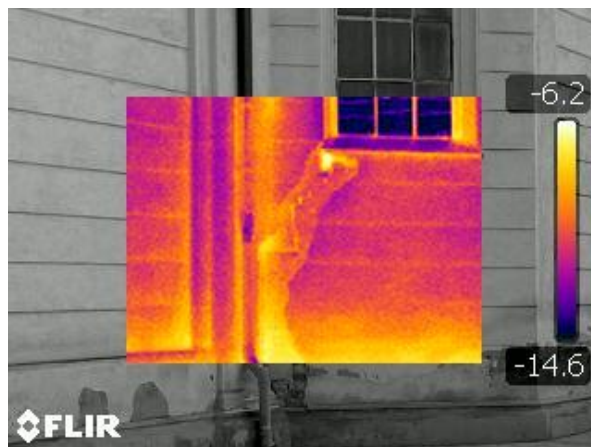


Fig.4. Imagini cu termoviziune ce surprind fisurile din pereți exteriori

Acoperișul este de tip șarpantă, neizolat, cu învelitoare din tablă. Tâmplăria este metalică cu geamuri simple. Planșeul spațiului util este din cărămidă peste care a fost adăugat un strat de beton armat. Pardoseala este de tip rece realizată din marmură. Grosimea pereților variază de la 110 cm la 85 de cm. Având dimensiunile în plan de 40,61 m și 15,04 lățime și cu o medie a înălțimii medii de 9,81 m, biserica încheie un volum de 2710 m³ cu o suprafața a anvelopei de 1370 m². Instalațiile ce deservește edificiul sunt cele de energie electrică și energie termică. Iluminatul este realizat cu becuri incandescente, iar încălzirea se realizează cu radiatoare .

3. ANALIZA PERFORMANȚELOR ENERGETICE ALE ANVELOPEI CLĂDIRII STUDIAȚE

Se realizează calcul termotehnic al elementelor de anvelopare conform C107-2005. Rezistențele termice corectate ale elementelor de închidere R' [m²K/W] se compară cu rezistențele termice normate R'_{min} [m²K/W]. Criteriul de satisfacere a exigenței de izolare termică este ca $R' \geq R'_{min}$. Valorile comparative sunt prezentate în tabelul 1.

Tabelul 1. Caracteristicile termotehnice ale anvelopei existente

Element	A[m ²]	R'	R' _{min}
		[m ² K/W]	[m ² K/W]
Perete nord 1.10 cm	147.16	1.121	1.800
Perete nord 0.85 cm	151.84	1.128	1.800
Perete vest	51.68	1.008	1.800
Perete est	61.41	1.005	1.800
Perete sud 1.10 cm	147.16	0.924	1.800
Perete sud 0.85 cm	151.84	1.128	1.800
Acoperiș	305.91	1.931	5.000
Pardoseala	266.01	1.202	4.500
Tâmplărie exterioară nord	30.23	0.270	0.770
Tâmplărie exterioară vest	4.27	0.270	0.770
Tâmplărie exterioară sud	35.36	0.270	0.770

În urma analizei se constată că majoritatea elementelor de construcție ale anvelopei clădirii nu îndeplinesc exigențele minime de izolare termică. Calculul consumurilor anuale se determină conform normativului NP 048 - 2000 care se bazează pe transferul de căldură în regim nestaționar prin elementele de construcție ale clădirii, ținând seama și de efectul aporturilor de căldură datorate activității umane și radiației solare asupra temperaturii aerului interior. Estimarea acestui consum servește la notarea energetică a clădirii în vederea realizării certificatului energetic.

În acest fel consumurile anuale au valorile:

Consumul anul pentru încălzire : $Q_{inc}^{an} = 257,35 kWh / m^2 an$

Consumul anul pentru preparare apă caldă : $q_{acc}^{an} = 30,15 kWh / m^2 an$

Consumul anul pentru iluminat : $W_{ilu}^{an} = 28,76 kWh / m^2 an$

Consumul anual total : $Q_{inc}^{an} = 316,26 kWh / m^2 an$

4. COMPLETAREA CERTIFICATULUI ENERGETIC

Certificatul energetic al clădirii se elaborează pe baza consumurilor iar acestea îi atribuie clasificarea energetică “D” și o valoare de $Q_{inc}^{an} = 316,26 kWh / m^2 an$ pentru consumul anual de căldură pentru încălzire, apă caldă și iluminat (Figura 5).

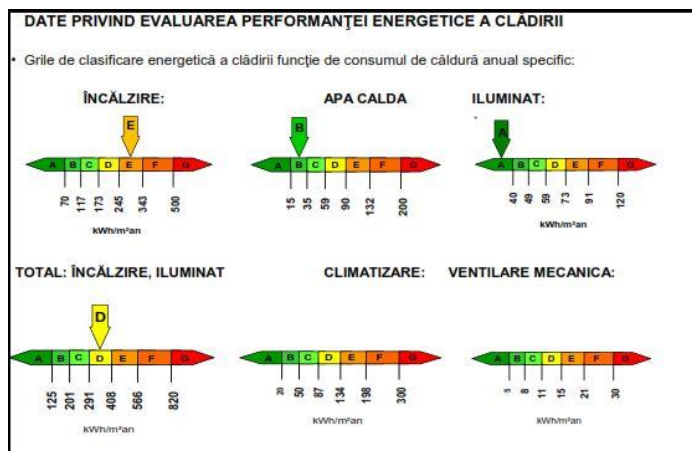


Fig.5. Grile privind clasificarea energetică a clădirii audiate

5. PROPUNERI PRIVIND SOLUȚIILE DE MODERNIZARE ENERGETICĂ

Pe baza caracterului istoric, la obiectivul studiat nu se poate interveni asupra fațadelor, pentru a le crește rezistența la transfer termic. Singurele locuri unde se poate crește rezistența termică este la nivelul pardoselii și a acoperișului.

Se vor analiza două modele economice și tehnice de reabilitare:

- o soluție presupune doar reabilitarea termică a edificiului, implicând doar intervenții pe partea de construcții pentru îmbunătățirea protecției termice a planșeului sub pod. Se propune montarea unui strat de izolație termică realizat din vată minerală, cu grosimea de 15 cm. Noua rezistență termică corectată creată este de $R' = 3,367 \text{ [m}^2\text{K/W]}$. Pentru îmbunătățirea protecției termice a pardoselii de parter, se propune montarea unui strat de izolație termică din plăci de polistiren extrudat, în grosime de 10 cm, rezistența termică corectată creată fiind de $R' = 3,138 \text{ [m}^2\text{K/W]}$.

- o a doua soluție propune eficientizarea funcționării instalațiilor concomitent cu pachetul întâi de reabilitare a anvelopei astfel:

- pentru instalațiile de încălzire se vor folosi corpuri de încălzire performante (având un indice ridicat de încărcare termică a metalului pentru durata de viață) și corelarea mărimii acestora cu soluțiile de reabilitare termică a anvelopei clădirii;

- echiparea corpurilor de încălzire cu robinete de reglare termostatată;

- automatizarea echipamentelor termoelectrice în punctul termic;

- pentru prepararea apei calde menajere se vor folosi armături sanitare cu consum redus de apă (baterii amestecătoare prevăzute cu dispersoare, robinete “cu perlator”);
- montarea de echipamente moderne pentru prepararea apei calde menajere (studierea posibilității montării de echipamente care utilizează energii regenerabile).

La nivelul instalației de iluminat se propun următoarele aspecte care vor duce la un consum energetic mai scăzut:

- refacerea integrală a instalațiilor de iluminat;
- stabilirea corectă a numărului de corpuri de iluminat în funcție de destinația încăperii și nivelul de iluminare necesar în funcție de specificul activității ce se desfășoară în acestea, utilizarea corpurilor de iluminat cu lămpi fluorescente sau cu LED-uri (dotate cu condensatoare pentru îmbunătățirea factorului de putere și balasturi electronice) întrucât acestea au o eficacitate luminoasă ridicată (flux luminos raportat la puterea electrică).

Prin aplicarea soluțiilor de reabilitare termică a anvelopei clădirii se obține îmbunătățirea performanței de izolare termică a clădirii și totodată încadrarea într-o clasă superioară privind notarea în certificatul energetic. Dar reabilitarea termică împreună cu cea a instalațiilor interioare atribuie clădirii ameliorate clasificarea energetică ”B” și o valoare de 151,19 kWh/m²an pentru consumul anual de căldură pentru încălzire, apă caldă menajeră și iluminat. Separat pe utilități termice clasificarea energetica a clădirii de referință este:

- pentru încălzire: clasificarea “C” și consumul specific 122,97 kWh/m²an ;
- pentru apă caldă menajeră: clasificarea “A” și consumul specific 7,26 kWh/m²an;
- pentru iluminat: clasificarea „A” și consumul specific 20,95 kWh/m²an;

6. ASPECTE ECONOMICE CE PRIVESC CELE DOUĂ PACHETE DE MODERNIZARE

Acestea reprezintă o formă simplificată de evaluare a rentabilității investițiilor (tabelul 2, tabelul 3). Analiza economică se bazează pe următoarele ipoteze și valori:

- costurile medii ale energiei termice la data întocmirii auditului energetic sunt următoarele:

-energie termică (prețul actual al energiei termice pentru încălzire este 55,16 Euro/Gcal- preț Gcal= 250 RON):

$$c_{et} = 0,05 \text{ Euro/kWh} \quad (1)$$

- costurile medii ale energiei electrice la data întocmirii auditului energetic sunt următoarele: $c_{ee} = 0,1 \text{ Euro/kWh}$

- durata (simplă) de recuperare a investiției, $N_R [\text{ani}]$

$$N_R = \frac{C_{INV}}{\Delta E \cdot c_{et/ee}} \quad (2)$$

în care:

- C_{INV} – costul lucrărilor de modernizare energetică, [Euro]

- ΔE – economia de energie realizată prin aplicarea soluțiilor de modernizare energetică, [kWh/an]

- $c_{et/ee}$ – costul specific al energiei termice/electrice, [Euro/kWh]

- e - costul unității de energie economisită pe durata de viață a soluției [Euro/kWh]

$$e = \frac{C_{INV}}{\Delta E \cdot N_s} \quad (3)$$

în care:

- N_s – durata de viață estimată a soluției de modernizare energetică =15 ani

Tabel 2. Consumuri individuale pe fiecare grilă de consum și consumul total anual în [kWh/an] pentru fiecare tip de soluție propusă

Nr. crt.	Pachet modernizare	Consum încălzire	Consum apă caldă menajeră	Consum inst. electrice	Consum total la sursă
		[kWh/an]	[kWh/an]	[kWh/an]	[kWh/an]
1	Construcții	70516	10598	10109	91223
2	Construcții și instalații	43221	2552	7365	53138

Tabel 3. Comparație privind soluțiile propuse

Nr. crt.	Pachet modernizare	Economisire de energie - ΔE	Durata de viață- Ns	Costul de investiție	Durata de recuperare - NR	Costul energiei economisite
		[kWh/an]	ani	Euro	ani	[Euro/kWh]
1	Construcții	19933	30	40256	13.46	0.0673
2	Construcții și instalații	58018	20	43623	9.40	0.0376

7. CONCLUZII

Prin acțiunea de reabilitare și modernizare termică a clădirilor se urmărește reducerea consumurilor de energie pentru încălzire, prepararea apei calde de consum și iluminat. Creșterea eficienței energetice are efecte benefice asupra mediului înconjurător. Soluțiile adoptate pentru modernizarea sistemelor de încălzire, preparare apă caldă și iluminat, corelate cu cele de reabilitare termică trebuie să răspundă și criteriilor estetice care implică uneori valoarea istorică a clădirii studiate.

Bibliografie

1. NP 048 – 2000 "Normativ pentru expertizarea termică și energetică a clădirilor existente și al instalațiilor de încălzire și preparare a apei de consum aferente acestora "
2. MC 001/3-2006; Partea a II-a – Performanța energetică a instalațiilor din clădiri, Metodologie de calcul a performanței energetice a clădirilor.
3. Țurcanu F. E., Chirilă G. C., Poenari C. F., Auditul energetic al unei clădiri de cult – studiu de caz, Simpozionul Știință Modernă și Tehnologie, Ediția XXXXIII, Vol. 34, Cluj, Romania, 2015
4. Cocora O., Auditul si expertiza termică a clădirilor și instalațiilor aferente, Editura Matrix Rom, București, 2004.
5. Camuffo D., et all, The Heritage Building Envelope as a Passive and Active Climate Moderator: Opportunities and Issues in Reducing Dependency on Air Conditioning, Contribution to the Experts' Roundtable on Sustainable Climate Management Strategies, Tenerife, Spain, 2007
6. Hudișteanu V.S., Baran A.I., Balan M, et all, Improvement of the indoor climate conditions inside orthodox churches, Proc.of the Int.Scientific Conf.CIBv, Vol. 7, Brașov, Romania, 2014

Resurse de energie regenerabilă la nivelul României - factor determinant în eficiența energetică

Zăpodeanu Iulian - Daniel¹

¹doctorand, Facultatea de Construcții și Instalații Iași, iulianzapodeanu@yahoo.com

Rezumat

Sursele regenerabile de energie devin din ce în ce mai populare în întreaga lume și, prin dezvoltarea sectorului energiei eoliene și a celorlalte tipuri de energie verde, România are șanse să genereze energie electrică ecologică și cu emisii reduse, precum și cu o securitate energetică mai mare, putând astfel îndeplini cerințele UE cu privire la producerea de energie din surse regenerabile. Sectorul construcțiilor oferă oportunități de reducere a emisiilor cu costuri reduse pe termen scurt, în primul rând prin îmbunătățirea performanței energetice a clădirilor. O analiză aprofundată pe datele statistice publicate până în prezent arată că România își va respecta angajamentele față de Uniunea Europeană cu privire la reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră, ponderea energiei din surse regenerabile în consumul final de energie și creșterea eficienței energetice.

Cuvinte cheie: energie eoliană, energie solară, eficiență energetică, resurse regenerabile de energie.

1. INTRODUCERE

Diminuarea resurselor naturale din ultimele decenii, împreună cu creșterea demografică și înrăutățirea condițiilor climatice și de sol, au condus spre căutarea unor noi surse de energie care să fie inepuizabile și care să se regenereze într-un interval de timp relativ scurt. România dispune de o diversitate de resurse de energie primară fosile și minerale (țiței, gaze naturale, cărbune, minereu de uraniu), dar redusă cantitativ precum și de un important potențial valorificabil de resurse regenerabile.

România, pentru a-și respecta obiectivele propuse prin Programul Național de Reformă, trebuie să obțină o reducere de 19% în utilizarea energiei primare, să reducă emisiile de gaze cu efect de seră cu 19% comparativ cu nivelurile din 1990, precum și să obțină o rată de 24% surse de energie regenerabilă din consumul total de energie [3].

În vederea modernizării și realizării de noi capacități de producere a energiei electrice și termice, a fost continuată, prin intermediul proiectelor pe fonduri structurale, sprijinirea investițiilor pentru valorificarea biomasei, a resurselor hidro-energetice (în unitățile cu putere instalată mai mică sau egală cu 10 MW), solare, eoliene și a biocombustibililor. Până la 15 martie 2015, au fost invitați la contractare 139 de beneficiari, 89 dintre aceștia au semnat contractele iar dintre acestea, 54 de proiecte sunt în implementare, 23 s-au finalizat și 12 au fost reziliate [5]. Producția de electricitate din surse regenerabile va fi extinsă și prin implementarea a trei proiecte care vizează investiții inițiale în hidrocentrale. Prin finalizarea acestor proiecte se va realiza o capacitate instalată de 4,65 MW[5]. Beneficiarii proiectelor sunt operatori economici privați. De asemenea se află în derulare două proiecte care vizează investiții inițiale în centrale care utilizează energia geotermală pentru producerea energiei termice. Beneficiarii proiectelor sunt unități administrativ teritoriale, iar capacitatea instalată după implementarea proiectelor va fi de 8,4 MW [5].

În tabelul 1, sunt prezentate progresele României până la data de 15 martie 2015, privind unul dintre obiectivele „Europa 2020” și anume cel al energiei și schimbărilor climatice (20/20/20) [5].

Tabel 1. Ținte naționale Europa 2020

Obiective Europa 2020	Ținta 2020	PROGRESE					
		Valoare inițială/an	2010	2011	2012	2013	2014
Reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră	20%	0/1990	52,29 %	49,54 %	52,04 %	n.a.	n.a.
Ponderele energiei din surse egenerabile	24%	17,6% /2005	23,4 %	21,4 %	22,8 %	23,9 %	n.a.
Creșterea eficienței energetice	19% (10 Mtep)	-	n.a.	16,9 % (7,25 Mtep)	16,6 % (7,3 Mtep)	n.a.	n.a.

2. CONSUMUL DE ENERGIE LA NIVELUL ROMÂNIEI

Resursele de energie disponibile au totalizat, în anul 2013, 40,7 milioane tone echivalent petrol (tep), în scădere cu 2 739 mii tep (-6,3%) față de anul precedent, din cauza scăderii producției de energie primară și a importurilor de produse energetice. Scăderea cea mai accentuată este cea a resurselor de cărbuni (-1 786 mii tep), urmată de scăderea resurselor de gaze naturale (-1 025 mii tep). Acestea au fost compensate parțial de creșterile înregistrate la resursele de țiței (+423 mii tep)

și resursele de energie hidroelectrică, eoliană, solară fotovoltaică și nucleare-electrică (+490 mii tep) [6].

Resursele de energie primară în anul 2013 au fost de 39 244 mii tone echivalent petrol, în scădere cu 2 484 mii tep față de anul precedent. Structura resurselor de energie primară în anul 2013, publicate de Institutul Național de Statistică în noiembrie 2014 se regăsesc în figura 1 [6].

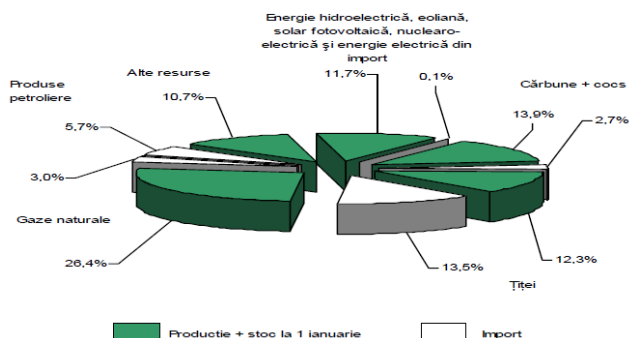


Fig. 1 – Structura resurselor de energie primară în anul 2013

Producția de energie primară în anul 2013, de 25,9 milioane tep, a avut o scădere de 1 259 mii tep față de anul 2012, dar a continuat să-și păstreze ponderea semnificativă în totalul resurselor de energie, reprezentând 63,6% din acestea. S-au înregistrat scăderi de producție la toți purtătorii de energie primară, excepție făcând producția de energie electrică hidro, eoliană și fotovoltaică (+35,1% față de anul precedent) și cea de țiței care a crescut cu 3,5% față de anul 2012.

Sursele regenerabile de energie pot contribui la satisfacerea nevoilor curente de încălzire în anumite zone (rurale) defavorizate (ex.: biomasa). Pentru valorificarea potențialului economic al surselor regenerabile de energie, în condiții concurențiale ale pieței de energie, este necesară adoptarea și punerea în practică a unor politici, instrumente și resurse specifice.

În condițiile concrete din România, în balanța energetică se iau în considerare următoarele tipuri de surse regenerabile de energie:

- energia solară este utilizată la producerea de căldură prin metode de conversie pasivă sau activă sau la furnizarea de energie electrică prin sisteme fotovoltaice;

- energia eoliană este utilizată la producerea de energie electrică cu grupuri aerogeneratoare;

- hidroenergia - centrale hidroelectrice cu o putere instalată mai mică sau egală cu 10 MW ("hidroenergia mică"), respectiv centrale hidro cu o putere instalată mai mare de 10 MW ("hidroenergia mare");

- biomasa provine din reziduuri de la exploatare forestiere și agricole, deșeuri din prelucrarea lemnului și alte produse; biogazul este rezultatul fermentării în regim anaerob a dejecțiilor animale sau de la stațiile de epurare orășenești;

-energia geotermală este energia înmagazinată în depozite și zăcămintele hidrotermale subterane, exploatabilă cu tehnologii speciale de foraj și extracție.

3. RESURSELE DE ENERGIE REGENERABILĂ DE CARE DISPUNE ROMÂNIA

România poate dezvolta sisteme de producție pe toate tipurile de surse regenerabile, în funcție de specificul fiecărei zone geografice din țară. În urma studiilor realizate la nivelul țării noastre, după cum se observă în figura 2, potențialul în domeniul producerii de energie verde este de 65% biomasă, 17% energie eoliană, 12 % energie solară, 4% microhidrocentrale și 2% voltaic și geotermal [7].

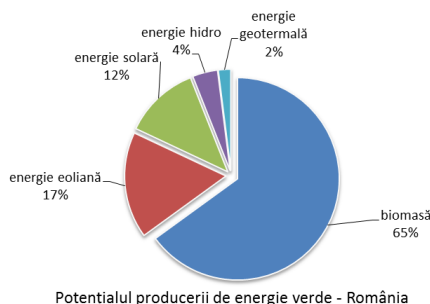


Fig. 2 – Potențialul producerii de energie verde în România

Conform hărții elaborate de către Administrația Națională de Meteorologie, potențialul energetic al României este repartizat zonal, astfel [8]:

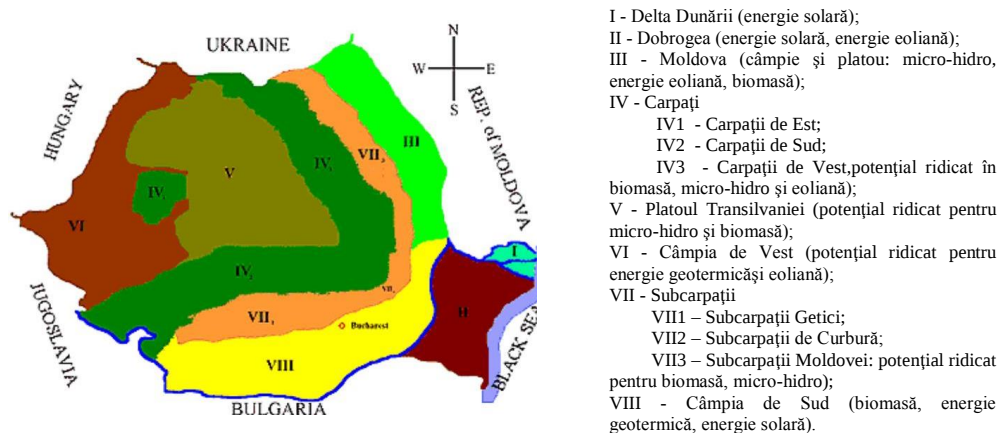


Fig. 3 - Distribuția teritorială a resurselor regenerabile

3.1. Energia solară

Energia solară este energia provenită de la soare sub forma radiației solare. Pentru exploatarea energiei sunt folosite panourile fotovoltaice și captatori solari termici. România se află în zona B europeană din punct de vedere al însoririi (1200-1600 kWh/ m² pe an), între țări cu o industrie solară puternică dar cu o însorire mult mai mică (Germania, Suedia, Danemarca – 2,4-3,4 kWh/m² zilnic) și țările Europei de sud (Portugalia, Spania, Italia, Grecia – 4,4-5,4 kWh/m² zilnic) [9]. Harta radiațiilor solare pentru România este reprezentată în figura 4 și reprezintă intensitatea radiației solare exprimate în kWh/m²/an [10].

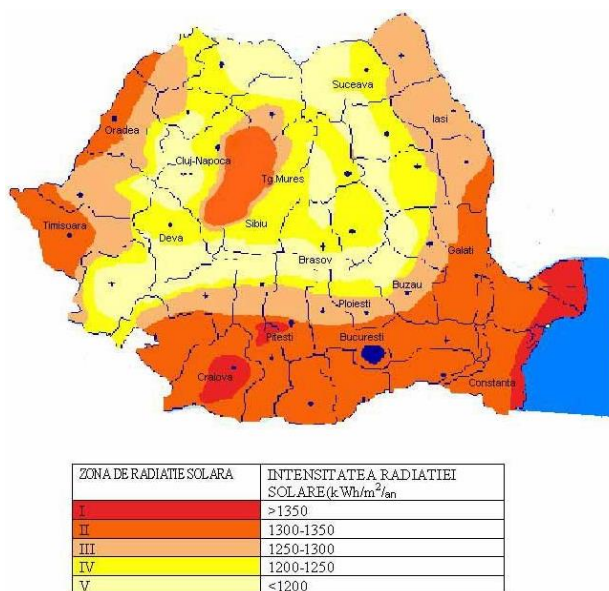


Fig. 4 – Harta solară a României

Cele mai productive zone pentru aplicațiile electroenergetice ale energiei solare în țara noastră sunt [10]:

- Prima zonă include suprafețele cu cel mai ridicat potențial solar și acoperă Dobrogea și o mare parte din Câmpia Română.

- A doua zonă, cu potențial bun, include nordul Câmpiei Române, Podișul Getic, Subcarpații Olteniei și Munteniei, o parte din Lunca Dunării, sudul și centrul Podișului Moldovenesc, Câmpia și Dealurile Vestice și vestul Podișului Transilvaniei, unde radiația solară pe suprafață orizontală se situează între 1 300 și 1 400 MJ / m².

- Cea de-a treia zonă, cu potențial moderat, dispune de mai puțin de 1 300 MJ /m² și acoperă cea mai mare parte a Podișului Transilvaniei, nordul Podișului Moldovenesc și Rama Carpatică.

3.2. Energia eoliană

La sfârșitul anului 2013, energia eoliană acoperea 8 % din necesarul de energie totală în UE, în timp ce în România acest indicator a crescut de la 4,4 % în anul 2012 la 8 % în 2013. Este un procent remarcabil, având în vedere că la sfârșitul anului 2009 doar 0,1 % din necesarul de energie a fost acoperit din surse de energie eoliană [9].

Distribuția pe teritoriul României a vitezei medii a vântului scoate în evidență ca principală zonă cu potențial energetic eolian aceea a vârfurilor montane unde viteza vântului poate depăși 8 m/s. A doua zonă cu potențial eolian ce poate fi utilizat în mod rentabil o constituie Litoralul Mării Negre, Delta Dunării și nordul Dobrogei unde viteza medie anuală a vântului se situează în jurul a 6 m/s. Față de alte zone, exploatarea energetică a potențialului eolian din această zonă este favorizată și de turbulența mai mică a vântului. Cea de a treia zonă cu potențial considerabil o constituie Podișul Bârladului unde viteza medie a vântului este de circa 4-5 m/s. Viteze favorabile ale vântului mai sunt semnalate și în alte areale mai restrânse din vestul țării, în Banat și pe pantele occidentale ale Dealurilor Vestice (figura 5) [10].

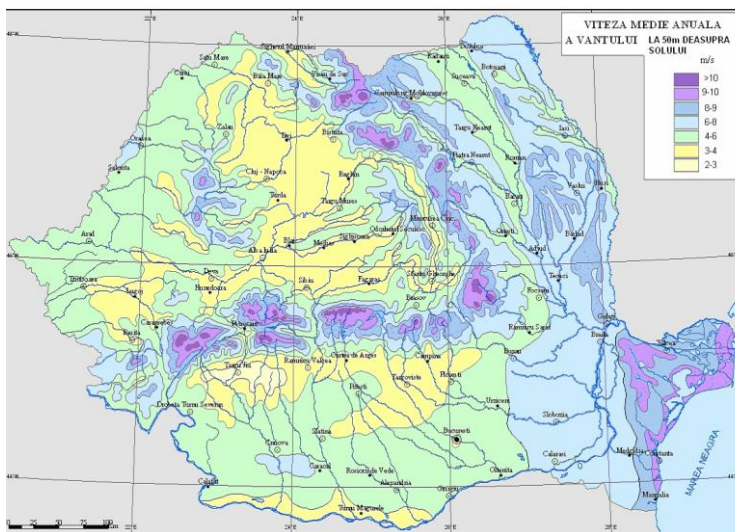


Fig.5 – Potențialul eolian al României

3.3. Biomasa

Biomasa constituie pentru România, o sursă regenerabilă de energie, promițătoare, atât din punct de vedere al potențialului, cât și din punct de vedere al posibilităților de utilizare. Biomasa reprezintă o sursă regenerabilă de energie care provine de la soare și din deșeuri urbane, materie din plante și deșeuri animale. Biomasa se poate regenera într-o perioadă relativ scurtă de timp. Aproximativ 60% din biomasa

totală utilizată în scopuri energetice este tradițională : lemne de foc (uneori convertit în cărbune), resturi vegetale și gunoi de grajd. Conform ANRE (Autoritatea Națională de Reglementare în domeniul Energiei), la sfârșitul anului 2012 erau 7 producători de biomasă cu o putere instalată totală de 28 Mw și 9 operatori economici cu autorizații de înființare acordate/solicitate și o putere de preconizată de 28 MW [11]. Din analiza literaturii de specialitate [10] reiese faptul că:

- cele mai bogate județe în resurse forestiere sunt următoarele:

- Suceava - 647,0 mii m³
- Harghita - 206,5 mii m³
- Neamț - 175,0 mii m³
- Bacău - 132,0 mii m³

- cele mai sărace în resurse forestiere sunt județele din sud:

- Constanța - 10,4 mii m³
- Teleorman - 10,4 mii m³
- Galați - 10,4 mii m³

- cele mai bogate județe în resursă agricolă sunt:

- Timiș - 1432,0 mii tone
- Călărași - 934,0 mii tone
- Brăila - 917,0 mii tone

- cele mai sărace în acest tip de resursă sunt:

- Harghita - 41,004 mii tone
- Covasna - 73,000 mii tone
- Brașov - 89,000 mii tone

3.4. Energia hidro

Energia hidro reprezintă sursa cea mai importantă de energie regenerabilă din România (în conformitate cu cerințele UE). Conform ANRE, la sfârșitul anului 2013 existau 77 de producători de energie în microhidrocentrale cu o putere instalată totală de 530 MW și 51 de dezvoltatori cu autorizații de înființare acordate/solicitate și o putere de preconizată de 213 MW [9].

Conform studiului privind evaluarea potențialului energetic actual al surselor regenerabile de energie în România realizat de ICEMENERG (Institutul Național

de Cercetare - Dezvoltare pentru Energie) râurile cu cel mai mare potențial microhidroenergetic al României sunt Olt, Mureș și Tisa-Someș.

3.5. Energia geotermală

Energia geotermală este prezentă în România prin 66 surse (figura 6) [12] de apă geotermală și anume: în Depresiunea Panonică (județul Arad – 12 surse energetice cu un debit de 90 l/s, județul Timiș – 37 surse energetice cu un debit total de 364 l/s), în Depresiunea Getică (județul Vâlcea -3 surse cu un debit total de 43 l/s) și Platforma Moesică (județul Ilfov – 14 surse cu un debit total de 312 l/s) [11].

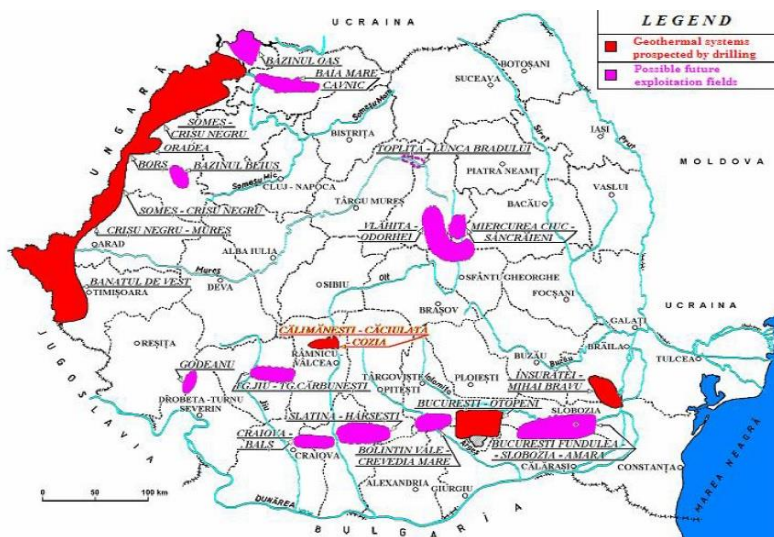


Fig. 6 - Localizarea principalelor zone cu surse de apă geotermală din România

4. CONCLUZII

Chiar dacă la nivel de statistică lucrurile sunt îmbucurătoare pentru țara noastră, la momentul actual, în România nu este implementată o educație pentru folosirea surselor de energie regenerabilă, în continuare majoritatea energiei este produsă tradițional prin arderea de combustibili fosili, ceea ce conduce în continuare spre o poluare alarmantă a mediului înconjurător și automat o creștere a cantității gazelor cu efect de seră.

Energia eoliană s-a dovedit deja a fi o soluție foarte viabilă pentru problema globală, de aceea energia eoliană și alte surse de energie regenerabile pot deveni un element important al sistemului energetic românesc. Acest lucru solicită mai mult sprijin pentru sectorul energiei eoliene și în special dezvoltarea unui sistem de

reglementare transparent, o condiție necesară din punct de vedere al investitorilor. Astfel este necesar să se asigure stabilitatea pe termen lung a cadrului juridic și de reglementare și în rezolvarea problemei legate de conectarea la rețea.

Domeniul energiei este foarte strâns legat de eficiența energetică a clădirilor și în mod automat de resursele regenerabile de energie. Pentru ca viitoarele generații să se bucure de un mediu curat și sănătos, trebuie avut în vedere ca în momentul în care se realizează un plan pentru o construcție, din faza de proiect începând cu proiectantul și până în faza de exploatare, terminând cu beneficiarul, toate lucrările să se execute înglobând cât este posibil doar energie regenerabilă. Doar în acest mod se poate implementa o nouă cultură – a energiei regenerabile. Astfel viitoarele generații se vor autoeduca astfel încât prima dată să se gândească la protejarea mediului înconjurător.

Energia eoliană și alte surse de energii regenerabile nu sunt în măsură să înlocuiască complet centralele existente, dar pot deveni un element important al sistemului energetic românesc.

Bibliografie

1. www.mmediu.ro/ - Rezultatele analizei documentare - sectorul energie și eficiență energetică, mai 2013.
2. <http://arhiva.euractiv.ro/index.html/articles|displayArticle?articleID=25780>.
3. Legea nr. 121/2014 privind eficiența energetică a României, publicată în Monitorul Oficial, Partea I nr. 574 din 1 august 2014.
4. <http://ec.europa.eu/eurostat>.
5. www.mae.ro/ - Programul național de reformă a României, aprilie 2015.
6. <http://www.insse.ro/cms/> - Balanța energetică și structura utilajului energetic - în anul 2013, noiembrie 2014.
7. http://www.adam-europe.eu/prj/9352/prd/3/1/P_REPORT_ROMANIA_R.pdf, Raport - “Certificari si calificari in domeniul sectorului romanesc al biomasei”, 2012.
8. <http://www.bizenergy.ro/wp-content/uploads/2014/06/harta.jpg>
9. TPA H. Schoenherr – Energia eoliană și alte surse regenerabile de energie din România, dec 2014.
10. <http://www.minind.ro/> - SINTEZA - Studiu privind evaluarea potențialului energetic actual al surselor regenerabile de energie în romania (solar, vânt, biomasă, microhidro, geotermie), identificarea celor mai bune locații pentru dezvoltarea investițiilor în producerea de energie electrică neconvențională, 2008.
11. TPA H. Schoenherr – Energia eoliană și alte surse regenerabile de energie din România, 2013.
12. <http://www.igr.ro/> - Institutul Geologic Român.