

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

CREAȚII UNIVERSITARE 2014

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



Editura Societății Academice „Matei - Teiu Botez”
Iași 2014

Al VII-lea Simpozion Național „Creații universitare”, Iași, 2014

Editori coordonatori:

ing. Maria Nicoleta Peșehonov

dr.ing. Gabriela Covatariu

Publicație științifică

ISSN 2247-4161, ISSN-L 2247-4161

Director, prof.dr.ing. Constantin Ionescu

Redactor șef, șef lucrări dr. ing. Daniel Covatariu

ORGANIZATORI

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

Comitet de coordonare

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

Comisia științifică

Prof. dr. ing. Nicolae Țăranu
Prof. dr. ing. Doina Ștefan
Prof.dr.ing.Liviu Groll
Prof.dr.ing.Vasile Mușat
Prof.dr.ing. Radu Andrei

Comisia organizatorică

Ing. Maria - Nicoleta Peșehonov
Dr.ing. Gabriela Covatariu

“Creații universitare 2014”, Simpozion Național
Iași, România, 30 mai 2014

C U P R I N S

1. Optimizarea materialelor compozite cu fibre folosind algoritmi genetici - Axinte Andrei-Octav	1- 10
2. Contribuții la studiul caracteristicilor fizico-mecanice ale betonului autocompactant - Bradu Aurelia	11 - 19
3. Strategia Națională pentru Siguranță Rutieră a Republicii Moldova, ca sistem de management al siguranței rutiere – Bricicaru Ilie	20 - 27
4. Utilizarea energiei geotermice în sistemele de instalații pentru reducerea consumurilor de energie primară – Cazacu Ionela	28 - 35
5. Evaluarea impactului negativ produs de vehicule și traficul rutier asupra mediului și măsuri de prevenire și reducere a acestuia – Condurat Mihaela	36 - 45
6. Determinarea parametrilor dinamici în laborator - Găină Alexandra Alisa	46 - 54
7. Timpii specifici procesului evacuării umane în cazul incendiilor din clădiri - metoda bazată pe performanță - Grigoraș Zeno-Cosmin	55 - 64
8. Studiul variației temperaturii panourilor fotovoltaice în diverse condiții de însorire – Hudișteanu Sebastian Valeriu	65 - 71
9. Evaluarea analitică a momentului de încovoiere capabil al grinzilor din oțel consolidate cu platbande din CPAFC – Lupășteanu Vlad	72 - 80
10. Studiu privind caracteristicile ecranului de etanșare executat la barajul Mileanca (Studiu de caz) – Nicu Adrian	81 - 90
11. Determinarea experimentală a modului de forfecare al elastomerilor – Oanea Daniela (Fediuc)	91 - 97
12. Calitatea clădirilor rezidențiale în conceptul proiectării și dezvoltării regenerative – Parincu Paul-Dorian	98 - 106
13. Corelația dintre variația presiunii de umflare și unghiul frecării interioare în cazul argilelor active - Plătică Elena Irina	107 - 112
14. Concepte moderne privind durabilitatea construcțiilor din beton – Plian Diana	113 - 120
15. Evaluarea infrastructurii construcțiilor – Solonaru Maria	121 - 127
16. Analiza modurilor proprii de vibrație pentru structuri de poduri asistată de programe de calcul moderne – Teșu Lăzărică	128 - 135
17. Cogenerarea și trigenerarea pentru producerea energiei de confort – Tofan Bogdan-Andrei	136 - 143
18. Concepții privind structurile agro-vegetale dezvoltate pe verticală - Toma Alina Elena	144 - 151

Optimizarea materialelor compozite cu fibre folosind algoritmi genetici

Andrei-Octav Axinte ,

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

Rezumat

Proiectarea modernă în construcții este un proces complex care presupune, printre altele, optimizarea materialelor, elementelor și structurilor de construcții.

Tehnicile de optimizare au scopul de a găsi cele mai bune soluții de la care un factor de decizie poate obține un maximum de beneficii din resursele disponibile.

În lucrare este subliniată importanța algoritmilor genetici, care constituie o familie de metode de calcul adaptive, stohastice și globale, utilizate frecvent în problemele de optimizare aplicate materialelor și structurilor compozite armate cu fibre.

Cuvinte cheie: materiale compozite, optimizare, algoritmi genetici.

1. INTRODUCERE

În contextul actualei crize energetice mondiale se accentuează necesitatea unor resurse materiale care să nu necesite costuri ridicate de exploatare și prelucrare și care să fie, totodată, nepoluante și biodegradabile. Astfel, este de dorit să existe pe piață și să fie cât mai accesibile, materiale cu performanțe tot mai bune și cu densitate cât mai mică, în condițiile unor costuri de producție și de exploatare acceptabile. Materialele compozite au fost concepute pentru a înlocui, într-o proporție tot mai mare, materialele tradiționale feroase și neferoase care prezintă unele neajunsuri referitoare la performanțe, procedeele de obținere și prelucrare, gabarite, mase, complexitate geometrică, domenii de utilizare și costuri de producție.

Materialele compozite reprezintă primele materiale a căror dispunere structurală internă a putut fi controlată încă din faza de proiectare, atât prin

conceperea modului de înlănțuire moleculară cât și prin direcții preferențiale, conferindu-le în acest fel rezistențe favorabile, net superioare celor ale componentelor lor. Mai trebuie adăugată posibilitatea (inexistentă în cazul folosirii materialelor obișnuite) de a prognoza și chiar de a "dirija" proprietățile unui compozit, prin alegerea convenabilă a naturii, formei de prezentare și a ponderii constituenților săi sau prin aplicarea unor măsuri tehnologice adecvate.

Procesul de proiectare modern este un proces complex care presupune, printre altele, optimizarea structurilor și materialelor de construcții, utilizarea metodelor de modelare și analiză care au la bază utilizarea softurilor performante.

Optimizarea structurală folosind instrumente de calcul a devenit un domeniu major de cercetare în ultimii ani. Metodele utilizate în mod obișnuit în analiza structurală și optimizare pot necesita putere sporită de calcul, în funcție de complexitatea problemei. Metoda algoritmilor genetici este una dintre metodele de optimizare aplicate materialelor și structurilor compozite armate cu fibre.

2. MATERIALE COMPOZITE ARMATE CU FIBRE

În general, un material compozit este alcătuit din minimum doi constituenți combinați intim la scară microscopică prin intermediul unor legături mecanice și chimice pentru a forma un material al cărui ansamblu de proprietăți este superior celui al constituenților luați separat. Practic, materialele compozite sunt formate dintr-o matrice (plastică, ceramică sau metalică) și elemente de armare (ranforsanți), care sunt dispuse în matrice, în diferite proporții și orientări. Armătura conferă materialului compozit o rezistență ridicată și reprezintă elementul principal de preluare al încărcării iar matricea are rolul de material de legătură între elementele de armare și mediul de transfer al încărcării exterioare spre acestea. În general, aceste două faze nu reacționează între ele și se aleg astfel încât să fie inerte una față de cealaltă în condiții normale de utilizare.

Materialele compozite pot fi grupate în trei categorii:

- materiale compozite armate cu fibre;
- materiale compozite armate cu particule (disperse);
- materiale compozite obținute prin laminare (stratificate).

Materialele compozite armate cu fibre pot conține fibre disperse sau fibre continue (figura 1).

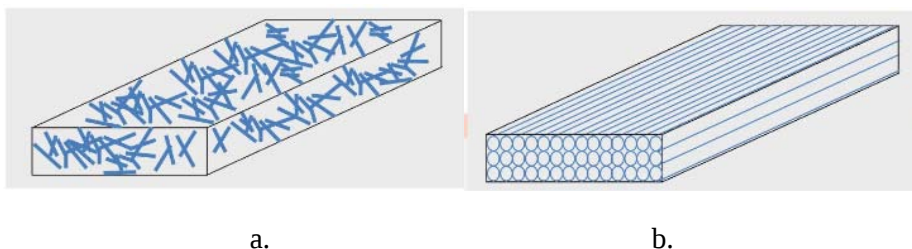


Fig. 1 Materialele compozite durificate cu fibre: a. fibre disperse, b. fibre continue

În cazul materialelor compozite cu fibre (figura 2), acestea pot avea diferite moduri de orientare în interiorul matricei. Se obțin astfel materiale compozite cu caracteristici foarte bune de rezistență și rigiditate, având un raport favorabil rezistență - densitate.

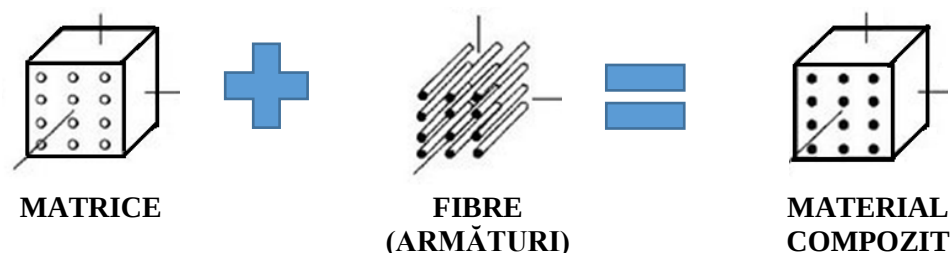


Fig. 2 Componenții materialelor compozite armate cu fibre continue

Comportamentul mecanic al unui asemenea compozit depinde de proprietățile fiecărui component, de proporția dintre componenți, de forma și de orientarea fibrelor în raport cu direcția de solicitare, de rezistența mecanică a interfeței matrice - fibră. Orientarea fibrelor influențează în mod hotărâtor anizotropia materialului, acest lucru determinând una dintre caracteristicile fundamentale ale acestor materiale și anume posibilitatea de a controla această anizotropie printr-o alegere adecvată a orientării fibrelor pentru a prelua încărcările din exploatare.

3. PRINCIPIILE OPTIMIZĂRII STRUCTURILOR

Tehnicile de optimizare joacă un rol important în proiectarea structurală și au scopul de a găsi cele mai bune soluții de la care un proiectant sau un factor de decizie poate obține maximum de beneficii din resursele disponibile.

Optimizarea este un proces de modificare a dimensiunilor, formei și materialului pentru a găsi cea mai bună (optimă) configurație a structurii pentru a suporta un anumit tip de încărcări specifice. Așadar, scopul fundamental al proiectării este să se găsească cea mai bună configurație a structurii. Conceptul de “cea mai bună” implică o măsură a calității proiectării. De exemplu, proiectarea la cea mai mică greutate este privită adesea ca “cea mai bună” proiectare datorită implicațiilor favorabile în domeniile economice și ale performanțelor. Cerințele funcționale de rezistență, rigiditate, durată de serviciu pe care trebuie să le îndeplinească o construcție stau la baza definiției de cea mai bună configurație. Optimizarea este, mai mult sau mai puțin, un procedeu matematic prin care se obține direct, într-un mod rațional, cea mai bună configurație.

Pentru a realiza optimizarea unei structuri se elaborează un model de calcul pentru o variantă “inițială” a structurii. Pentru acest model, se definesc unul sau mai mulți parametri de proiectare ca fiind variabile de proiectare și valori sau intervale de valori posibile ale acestora, denumite restricții, sub forma unor egalități sau inegalități.

Procesul de optimizare trebuie să determine valoarea minimă a unei funcții obiectiv dependentă de variabilele de proiectare iar optimizarea se reduce la determinarea unui extrem al acesteia. Găsirea extremului funcției obiectiv, prin oricare dintre metodele curente, necesită multiple evaluări în puncte diferite ale spațiului definit de variabilele de proiectare. Această metodologie presupune rezolvări repetate ale problemei pe frontieră (răspunsul structurii la sistemul de încărcări dat). Uzual este ca tehnicile și procedurile pentru optimizare să fie incluse în sisteme informatice complexe ce au la bază proiectarea asistată de calculator.

4. ALGORITMI GENETICI

Optimizarea a fost întotdeauna o problemă complexă realizată cu mare dificultate folosind o mulțime de cunoștințe ce aparțin unor domenii diferite.

Algoritmii genetici sunt o familie de modele de calcul, adaptive, stohastice și globale utilizate pentru rezolvarea unor probleme de optimizare. Algoritmii genetici operează o căutare a unui maxim sau a unui minim global într-un spațiu finit, pe baza constrângerilor privind spațiul de soluții. Spre deosebire de cei mai mulți algoritmi de căutare tradiționali, care folosesc o abordare analitică, algoritmii genetici sunt inspirați de una dintre teoriile cele mai proeminente din biologie și anume evoluția prin selecție naturală, transformând-o pe aceasta într-o metodă de căutare neliniară.

Într-un sens larg, un algoritm genetic este un model bazat pe ideea de populație care evoluează de la o generație la alta pe baza unor operatori similari cu cei din natură. În natură, evoluția speciilor se bazează pe principiul selecției naturale și al supraviețuirii celui mai bun. În mod similar, în cadrul algoritmilor genetici, evoluția soluțiilor problemei care trebuie rezolvată se bazează pe operatori de reproducere și de mutație aplicați la aceste soluții obținându-se de la o generație la alta rezultate din ce în ce mai bune care supraviețuiesc celorlalte și care ghidează căutarea în spațiul de intrare.

Fiecărui individ sau soluție din populație i se asociază o valoare a performanței sale, funcție de cât de bine a rezolvat problema supusă analizei. Cu cât performanțele sunt mai bune relativ la ceilalți indivizi, cu atât șansele de reproducere cresc, generându-se astfel un număr mai mare de descendenți adaptați mediului care moștenesc caracteristicile utile ale părinților pentru a obține performanțe din ce în ce mai bune.

Arhitectura unui algoritm genetic ia în considerare mai multe concepte legate de biologie, adaptându-le la sistemul informațional (figura 3).

Algoritmul genetic clasic descris de Goldberg [1] prezintă componentele de bază ale oricărui algoritm genetic. La fiecare pas se lucrează pe populația curentă, care, pentru prima etapă a algoritmului genetic, se va genera aleator. Procesul continuă cu selecția indivizilor, obținându-se o populație intermediară. În funcție de aceasta, după aplicarea operatorilor de recombinare rezultă descendenții care vor fi incluși în generația următoare. Operatorul de mutație este următorul operator genetic aplicat. În cadrul fiecărui ciclu se realizează la sfârșit o evaluare a performanțelor populației. Acest ciclu continuă până în momentul în care anumite condiții vor fi satisfăcute.

În general, un algoritm genetic implică următoarele etape:

1. generarea pseudo-aleatoare a unei populații;

2. evaluarea fitness-ului fiecărei gene;
3. pe baza aptitudinii fitness calculate se aleg perechile de gene destinate cuplării, folosind o strategie adecvată;

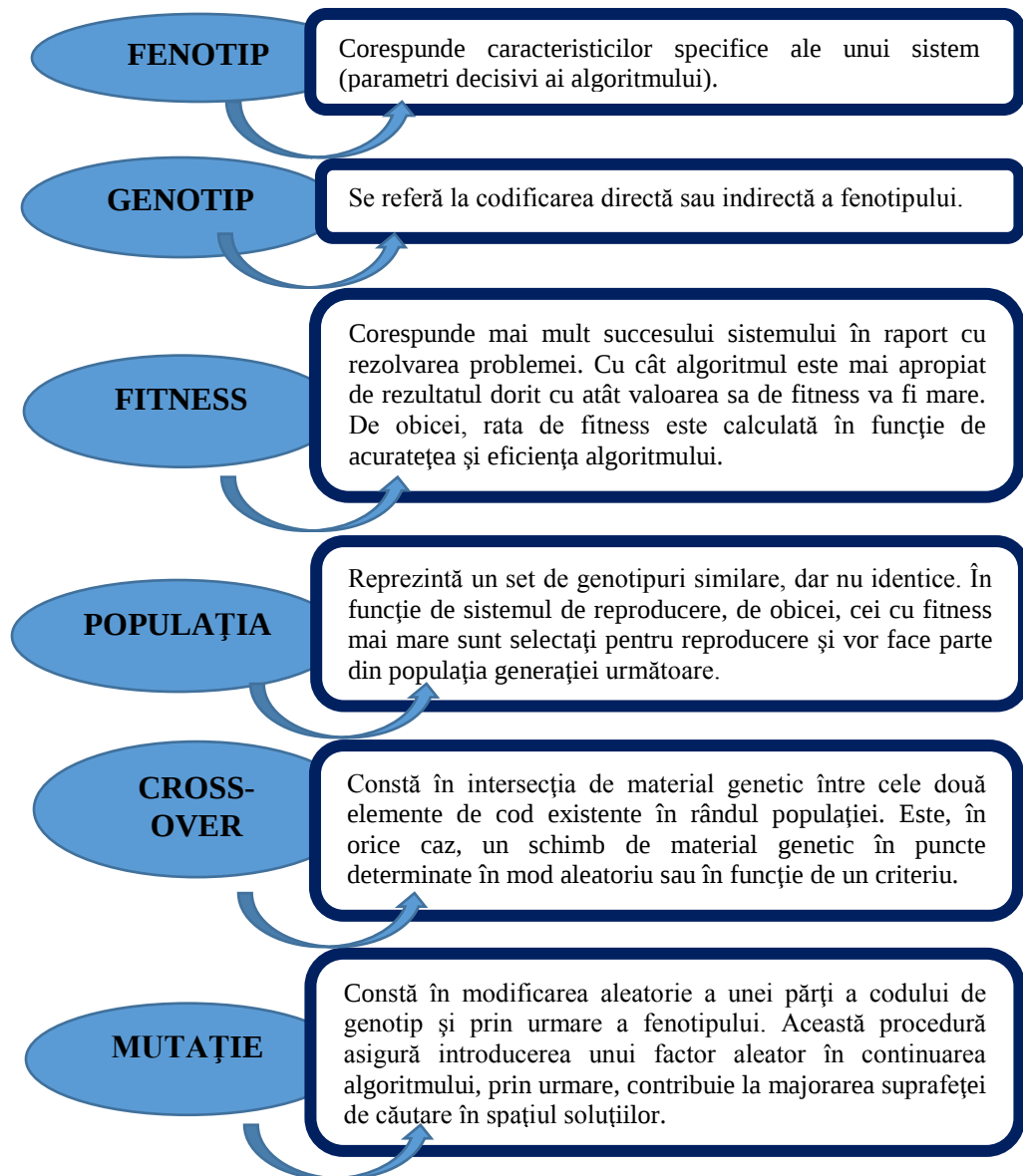


Fig. 3 Arhitectura unui algoritm genetic

4. se procedează la intersecția secvențelor genetice ale părinților. Există probabilitatea ca codul genetic generat pentru fiecare copil să fie nesatisfăcător.
5. copii generați înlocuiesc sau îmbunătățesc codul genetic al părinților, pentru a forma noua populație. Se repetă procedura pentru a obține o genă cu un fitness satisfăcător (se repetă de la etapa 2).

Algoritmul genetic este un proces de căutare euristică iar evoluția acestuia este reglementată prin următoarele variante de abordare:

1. Cum trebuie să fie reprezentată o persoană? Care sunt valorile asumate de gene în șiruri de caractere cromozomiale care codifică argumentele pentru funcția de optimizat?
2. Prin ce mijloace vor fi creați noi indivizi? Care este mecanismul de reproducere?
3. Cum vor fi realizate procesele genetice aleatoare? Care operatori genetici vor fi utilizați?
4. Prin ce mijloace se vor potrivi indivizii dintr-o populație selectați pentru reproducere? Care este mecanismul de selecție?

Din analiza bibliografică se constată că metoda algoritmilor genetici a avut aplicații multiple în optimizarea proiectării structurale [2]. Printre primele utilizări ale algoritmului genetic pentru proiectarea structurală sunt prezentate de Goldberg și Samtani [3] și se referă la optimizarea prin greutate minimă a unor bare din grinda cu zăbrele. Gürdal și colaboratorii [4] au folosit algoritmi genetici în probleme de proiectare structurale pentru care spațiul de proiectare este cunoscut a fi non-convex sau disjunct. Rao și colaboratorii [5] au studiat alegerea optimă a locațiilor discrete ale actuatorului în controlul activ al structurilor folosind algoritmi genetici. Le Richie și Haftka [6] au utilizat algoritmi genetici pentru optimizarea structurilor compozite stratificate din punct de vedere al rezistenței maxime la flambaj. Este propus un nou operator genetic (permutare) care se dovedește a fi eficace în reducerea costurilor de căutare genetică. Nagendra și colab. [7] au aplicat algoritmi genetici pentru proiectarea la greutate minimă a panourilor rigidizate cu constrângeri la flambaj. Malott și colab. [8] au realizat proiectarea optimă a panourilor compozite de tip sandwich la încovoiere cu răsucire, utilizând algoritmi genetici. Venkatraman și Haftka [9] au revizuit complet documentele referitoare la optimizarea de panouri compozite. Jacob și Senthil [10] au utilizat algoritmul genetic multiobiectiv pentru optimizarea compozitelor din punct de vedere a rezistenței, rigidității și greutatei minime. Narayana Naik și colab. [11] au optimizat greutatea

compozitelor laminate utilizând algoritmul genetic și mecanismul de cedare bazat pe criteriul de cedare Tsai–Wu.

5. ALGORITMI GENETICI VERSUS METODE TRADIȚIONALE

Algoritmii genetici diferă de metodele de optimizare tradiționale nu numai în abordare, dar oferă în același timp o variantă alternativă pentru cazurile în care metodele tradiționale nu sunt adecvate.

Algoritmi genetici sunt algoritmi de optimizare care caută în spațiul de proiectare folosind principiile de evoluție. Succesul în proiectare sau eșecul este determinat de “fitness”. Supraviețuirea celui mai adaptat în cele din urmă permite algoritmului să convergă spre o proiectare optimă.

Algoritmii genetici diferă în mod substanțial de metodele de căutare și optimizare tradiționale. Cele mai importante deosebiri sunt:

- se lucrează cu populații de puncte, în paralel, și nu asupra unui singur punct. De aici capacitatea lor de a căuta într-un întreg spațiu de proiectare care le oferă posibilitatea de a manipula probleme de optimizare cu funcții obiectiv non-liniare extreme cu multe minime locale.
- nu sunt necesare informații de tip gradient sau alte cunoștințe aprofundate legate de problema supusă rezolvării, căutarea fiind condiționată numai de funcția obiectiv. Sunt ideali pentru probleme de optimizare care utilizează variabilele de proiectare discrete, cum ar fi optimizarea structurilor compozite.
- tranziția de la un pas la următorul este guvernată de legi statistice și nu de legi deterministe;
- la final se obține un set de potențiale soluții pentru o problemă dată, alegerea soluției finale revenind utilizatorului.

Pe de altă parte, metoda algoritmilor genetici poate fi extrem de costisitoare. Fiecare membru al unei populații de modele necesită o evaluare a aptitudinilor (fitness). Astfel, pot fi necesare evaluările a zeci de mii de aptitudini pentru a găsi o singură evoluție a algoritmului genetic. Metoda algoritmilor genetici utilizează un șir de valori numerice, care sunt analogice cromozomilor biologici, pentru a descrie potențialul de proiectare în termenii variabilelor sale de proiectare. Aceste valori numerice pot fi chiar valori ale variabilelor de proiectare sau cromozomii pot avea nevoie de decodare pentru a ajunge la variabile de proiectare.

5. CONCLUZII

Proiectarea optimă a structurilor complexe, reale, caracterizate printr-un număr mare de cazuri de încărcare și având mai multe componente care necesită considerarea unor variabile de proiectare pentru a descrie geometria detaliată necesită resurse informatice mari. Resursele computaționale necesare pentru rezolvarea unei probleme de optimizare cresc, de obicei, odată cu complexitatea problemei cu o rată de tip exponențial. Asta înseamnă că, dacă am dubla numărul de variabile de proiectare dintr-o problemă, costul va fi de obicei mai mult decât dublu. O soluție evidentă este divizarea problemelor complexe de optimizare în subprobleme mai mici și coordonarea cuplajelor între acestea. Un beneficiu important al acestei abordări constă în faptul că problema complexă poate fi soluționată prin rezolvarea simultană, ușor de folosit a diferitelor părți ale acesteia. Acest din urmă avantaj se potrivește, de asemenea, cu tendința de dezvoltare a tehnologiei IT în care distribuția și procesarea paralelă sunt din ce în ce mai populare. Mai mult decât atât, divizarea unei probleme complexe în subprobleme este o procedură firească în optimizarea inginerescă, deoarece inginerii au tendința de a lucra în echipe axate pe părți ale unui proiect în scopul de a dezvolta un front larg de lucru și pentru a scurta timpul de rezolvare.

Se pot efectua astfel analize multiple, necesare pentru o comparație detaliată a eficienței diferiților algoritmi genetici care este măsurată de fapt prin numărul de pași necesari pentru a obține o fiabilitate ridicată a proiectării optime. Timpii de analiză computațională nu sunt menționați, deoarece aceștia sunt dictați de operațiunile specifice algoritmilor genetici, dar aceștia vor fi o caracteristică dominantă în analiza structurală a problemelor complexe, reale.

Algoritmul genetic este un algoritm nedeterminist de căutare direcționată folosind idei bazate pe selecția naturală pentru a ghida explorarea spațiului de căutare pentru găsirea unui optim global.

Elemente comune care apar în cele mai multe metode bazate pe algoritmi genetici sunt cele de inițializare a populației, selecției părinților, încrucișare, mutație și selectarea generațiilor succesive. Fiecare element al algoritmului are mai multe variante, modificate pentru a se potrivi cerințelor de rezolvat, încercările din fiecare etapă nelimitându-se doar la imitarea geneticii naturale.

Metoda algoritmilor genetici este una dintre metodele frecvente de optimizare aplicate materialelor și structurilor compozite armate cu fibre.

Bibliografie

1. Goldberg, D. E. (1989a). Genetic algorithms in search, optimization, and machine learning. Reading, MA: Addison-Wesley
2. Goldberg DE. (2005). Genetic algorithms in search, optimization, and machine learning. India: Pearson Education, Inc.
3. Goldberg DE, Samtani MP. (1986). Engineering optimization via genetic algorithms. Proc of the Ninth Conf Electron Comput. ASCE; p. 471–82
4. Gürdal Z, Haftka TR, Hajela P. (1999). Design and optimization of laminated composite materials. New York: A Wiley Interscience Publication, John Wiley and Sons, Inc.
5. Rao SS, Pan TS, Venkayya VB. (1991). Optimal placement of actuators in actively controlled structures using genetic algorithms. AIAA J;29(6):942–3
6. Le Richie R, Haftka TR. (1993). Optimization of laminate stacking sequence for buckling load maximization by genetic algorithm. AIAA J;31(5):951–6.
7. Nagendra S, Haftka RT, Gürdal Z. (1993). Design of a blade stiffened composite panel by a genetic algorithm. AIAA/ASME Adaptive Structures Forum, La Jolla, CA, Technical Papers. Pt. 4(A93-3387613-39), pp. 2418–36
8. Malott B, Averill RC, Goodman ED, Ding Y, Punch WF. (1996). Use of genetic algorithms for optimal design of laminated composite sandwich panels with bending–twisting coupling. AIAA J;37:1874–81.
9. Venkataraman S, Haftka TR. (1999). Optimization of Composite Panels – A Review. In: Proc of the 14th Annual Tech Conf of the American Society of Composites. Dayton, OH, September, pp. 27–29
10. Jacob LP, Senthil SV. (2006). Multi-objective optimization of fiber reinforced composite laminates for strength, stiffness and minimal mass. Comput Struct. doi: 10.1016/j.compostruc.2006.06.001
11. Narayana Naik G., Gopalakrishnan, S., Ganguli, R. (2008). Design optimization of composites using genetic algorithms and failure mechanism based failure criterion, Composite Structures 83 354–367
12. Axinte, A., Bejan, L., Țăranu, N., Ciobanu, P. (2013), Modern approaches on the optimization of composite structures, Bulletin of the Polytechnic Institute of Iassy. Construction. Architecture Section, tom LVIII(LXII), ISSN 1224-3884, fasc.6

Contribuții la studiul caracteristicilor fizico-mecanice ale betonului autocompactant

Bradu Aurelia

doctorand, Facultatea de Construcții și Instalații Iași, e-mail: bradu_aurelia@yahoo.com

Rezumat

Descoperirea betonului autocompactant a marcat o nouă etapă în industria betonului. Avantajele acestuia în stare proaspătă vin să acopere o serie de defecte cauzate de factorul uman în timpul vibrării betonului tradițional. Caracteristicile betonului autocompactant în stare proaspătă a constituit obiectul de studiu pentru mai multe cercetări, proprietățile în stare întărită au fost convențional adoptate conform claselor corespunzătoare ale betonului tradițional vibrat.

Cuvinte cheie: beton autocompactant, fluiditate, vâscozitate, segregare, rezistență.

1. INTRODUCERE

Betonul autocompactant (BAC), prezentat pentru prima dată de către profesorul japonez H. Okamura în 1986, a marcat o nouă etapă revoluționară în industria betonului. Caracteristica proeminentă a betonului autocompactant este lucrabilitatea, determinată de fluiditatea, omogenitatea, stabilitatea și compactibilitatea sub propria greutate (fără vibrare). Utilizarea lui are ca efect sporirea calității elementelor din beton armat datorită evitării efectelor negative ale vibrării. Datorită fluidității pe care o posedă, umple perfect orice formă a cofrajului, își păstrează omogenitatea indiferent de distanța parcursă sau înălțimea de la care este turnat și curge prin aglomerarea de armături fără a-și pierde capacitatea de umplere a formelor. Avantajele utilizării betonului autocompactant : punerea rapidă și ușoară în operă asigurarea productivității și vitezei de lucru; micșorarea poluării sonore; utilizarea deșeurilor industriale acoperă costul mai ridicat al materialelor utilizate și astfel se obține o economie la executarea structurilor din beton armat.

2. CARACTERISTICILE BETONULUI AUTOCOMPACTANT

2.1 Caracteristici generale

Spre deosebire de betonul vibrat, betonul autocompactant conține un raport apă/ciment mai mic, volum de pastă mai mare iar agregatul este ales mai riguros în

dependență de formă și dimensiuni pentru a păstra omogenitatea și rezistența la segregare a amestecului de beton.

Betonul autocompactant este alcătuit din ciment, adaosuri minerale, agregat, aditivi (superplastificatori, modificatori ai vâscozității) și apă.

Cimentul ales trebuie să corespundă normelor SR EN 197-1. Alegerea corectă este determinată de fiecare aplicație.

Adaosul cel mai des utilizat este filerul de calcar; se mai întrebuințează cenușa zburătoare, silica ultrafină, zgura de furnal.

Pentru asigurarea calității betonului autocompactant se utilizează agregate spălate. Dimensiunea agregatului grosier trebuie să fie mai mică de 20 mm, pentru a păstra abilitatea de trecere a betonului autocompactant.

Pentru micșorarea raportului apă/ciment sunt folosiți reducători de apă.

Aditivii modificatori ai vâscozității (VMA) sunt utilizați pentru reducerea tendinței de segregare; de asemenea pot fi întrebuințați și aditivi antrenori de aer (AEA) pentru îmbunătățirea rezistenței la îngheț-dezgheț.

Metodele actuale de preparare a betonului autocompactant au la bază experiența japoneză - conform studiului efectuat de ICECON S.A [4] - iar compozițiile betonului autocompactant variază între următoarele limite:

- Volumul de pastă este cuprins între 32-42% din volumul betonului.
- Volumul agregatului grosier variază între 28-38% din volumul de beton.
- Conținutul de pulbere se înscrie în domeniul 445-605kg/m³.
- Raportul apă/pulbere (A/P) este de 0,26-0,28.
- Conținutul de agregat fin (nisip) reprezintă 38-54% din volumul mortarului.
- Diametrul maxim al granulei de agregat folosit în amestecuri este cuprins între 16 și 20 mm.
- Aproape toate compozițiile au utilizat material cementos de tip Ciment Portland, iar cel mai comun adaos mineral fin este filerul de calcar.

În Tabelul 1 sunt indicate domeniile de variație ale principalelor componente ale betonului autocompactant conform Ghidului European pentru betonul autocompactant (mai 2005)

Tabel 1 Domenii de variație ale principalelor componente

Constituient	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

2.2 Caracteristicile betonului autocompactant în stare proaspătă

Una din cele mai importante proprietăți ale betonului autocompactant este lucrabilitatea amestecului, de aceea pe parcursul anilor s-a studiat detaliat comportarea acestuia în diferite condiții pentru a verifica păstrarea omogenității, capacității de umplere a formelor și rezistența la segregare.

Tabel 2 Caracteristicile de bază cerute betonului autocompactant în stare proaspătă, conform clasificării prezentate în SR EN 206-9

Capacitatea de curgere	Răspândirea din tasarea SF	-3 clase SF1; SF2; SF3
Vâscozitatea/măsura vitezei de curgere	Vâscozitatea VS sau VF	-2 clase VS1; VS2 sau VF1; VF2
Abilitatea de trecere/ Curgerea printre barele de armătură fără blocaj	Abilitatea de trecere PA	2 clase PA1; PA2
Rezistența la segregare	Rezistența la segregare, SR	2 clase SR1; SR2

2.2.1 Răspândirea din tasare:

Pentru determinarea tasării și a timpului de curgere se utilizează conul lui Abrams și o placă de rezemare cu o suprafață netedă, cu dimensiunile 900 mm x 900 mm sau 1000 mm x 1000 mm.

Pe placă este marcată poziția centrului de greutate pentru poziționarea conului și conturul cercului cu diametrul de 500 mm.

Conul lui Abrams se umple cu beton, după care acesta se ridică, (nu mai târziu de 90 secunde) și se pornește cronometrul.

Valoarea timpului la răspândirea până la 500 mm reprezintă T_{500} . Se măsoară diametrul final și timpul total al răspândirii. $2s < T_{500} < 5s$.

Tabel 3 Clasele răspândirii din tasare ale betonului autocompactant

Clasa	Răspândirea din tasare, mm
SF1	550-650
SF2	660-750
SF3	760-850

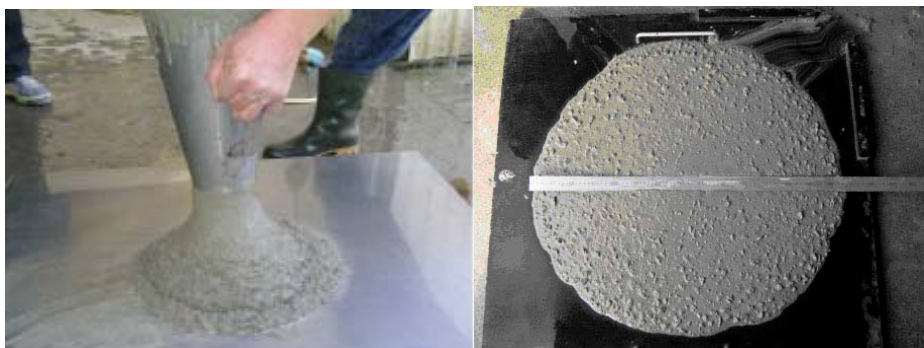


Fig.1 Răspândirea din tasare a betonului autocompactant

2.2.2 Capacitatea de umplere

La determinarea vâscozității și capacității de umplere a betoanelor se utilizează pâlnia V.

Se curăță suprafața pâlniei de impurități. Se blochează supapa inferioară și se umple cu beton până la marginea superioară. După o pauză de 10 secunde se deschide supapa și se măsoară timpul de curgere a betonului.

Tabel 4 Clase de vâscozitate ale betonului autocompactant

Clasa	T_{500}, s	Trecerea prin pâlnia V, s
VS1/ VF1	<2	<8
VS2/ VF2	>2	9-25

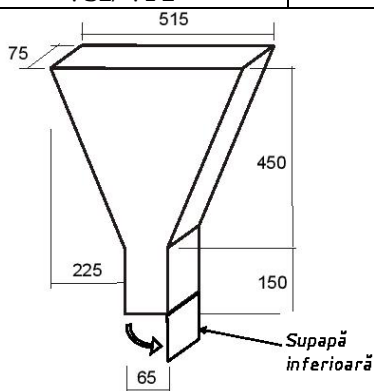


Fig. 2 Testul cu pâlnia V

2.2.3 Abilitatea de trecere a betonului

Pentru determinarea capacității de trecere a betonului prin zonele restrânse, armate intens se utilizează cutia L și inelul J.

Forma și dimensiunile cutiei L sunt prezentate în figura 3.

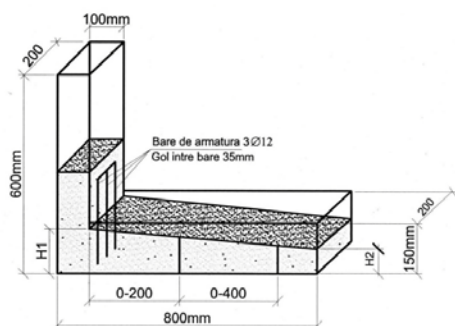


Fig. 3 Determinarea abilității de trecere

Cu ajutorul unei pâlnii, se umple partea verticală a cutiei. Se fixează timpul la ridicarea supapei, betonul trebuie să treacă prin obstacole care imită barele de armătură în decurs de 60 ± 10 secunde.

Capacitatea de trecere PA se determină $PA = \frac{H_2}{H_1}$

Tabel 5 Clasele abilității de trecere ale betonului autocompactant

Clasa	Răspândirea din tasare, mm
PA1	>0,80 pentru 2 bare
PA2	>0,80 pentru 3 bare

Testul cu inelul J

Se utilizează conul lui Abrams, placa de rezemare și un inel cu diametrul de 300 mm, de care sunt fixate bare de armătură cu diametrul de 18 și lungimea de 125 mm (figura 4). Numărul barelor (10, 16, 22) este determinat de mărimea agregatului grosier.

Se montează concentric pe placă inelul și conul. După umplerea conului cu beton, acesta se ridică și se determină capacitatea de trecere și rezistență la segregare măsurând răspândirea prin curgere.

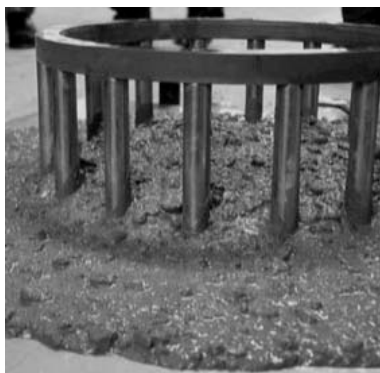


Fig. 4 Determinarea abilității de trecere, inelul J

2.3 Proprietățile betonului întărit

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

Durabilitatea este capacitatea structurii de a rezista în medii agresive fără să fie afectată durata de serviciu proiectată și este concretizată în diferite clase specifice mediului de expunere [SR EN 206-1].

Proprietățile betonului autocompactant în formă întărită au fost studiate mai puțin, prioritate având lucrabilitatea amestecului în stare proaspătă.

Pentru proiectare, cele mai importante proprietăți ale betonului sunt: rezistența la compresiune, rezistența la tracțiune, modulul de elasticitate, fluajul (curgerea lentă), contracția, coeficientul de dilatare termică și aderența la armătură.

2.3.1 Rezistența la compresiune

Rezistența la compresiune a betonului autocompactant cu același raport de apă/ciment sau apă/liant este ușor mai mare decât a betonului tradițional (vibrat) datorită densității mai mari, aderenței mai bună între agregate și repartizarea uniformă a tensiunilor.

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

Valoarea medie a coeficientului de rezistență pentru betonul autocompactant, conform [2]

$$\frac{f_{c,cyl,d}}{f_{ccub,x}} = 0,9 \quad (1)$$

Rezistența la tracțiune

Volumul de pastă nu are o influență semnificativă asupra rezistenței la tracțiune, de aceea valoarea pentru betonul autocompactant (de o anumită clasă) este similară betonului vibrat de aceeași clasă. Valoarea rezistenței la tracțiune este necesară la determinarea momentului de fisurare și se utilizează la proiectarea secțiunilor elementelor din beton armat.

2.3.2 Modulul static de elasticitate

Modulul de elasticitate descrie raportul dintre efort și deformație. Valoarea sa este direct proporțională cu cantitatea de agregat introdusă în beton. Deoarece în betonul autocompactant volumul pastei de ciment este mai mare decât în betonul tradițional, valoarea modulului de elasticitate pentru betonul autocompactant este cu 15% mai mică.

2.3.3 Fluajul sau curgerea lentă

Fluajul reprezintă mărirea treptată a deformațiilor în timp pentru o încărcare constantă și depinde de raportul apă/ciment. Fluajul are loc în pasta întărită, deci valoarea lui în timp scade pe măsură ce rezistența crește. Datorită volumului de pastă mai mare în betonul autocompactant, fluajul este un pic mai mare decât în betonul vibrat care are aceeași rezistență mecanică.

2.3.4 Con tracția

Con tracția totală reprezintă suma con tracției autogene (produsă în timpul prizei) și con tracției de uscare datorată evaporării apei din beton. Deoarece raportul apă/ciment este mai mic pentru betonul autocompactant, valoarea con tracției de uscare este mai mică, însă valoarea con tracției autogene poate fi mai mare. Se consideră valoarea sumei deformațiilor similară pentru betonul autocompactant și betonul de referință.

2.3.5 Coeficientul de dilatare termică

Coeficientul de dilatare termică reprezintă deformația produsă în beton după modificarea cu o unitate a temperaturii.

2.3.6 Aderența la armătură

Legătura între beton și armătură este obținută datorită adeziunii și frecării dintre beton și armătură dar și a ancorării mecanice pentru armăturile profilate.

Eficiența aderenței este influențată de calitatea betonului, poziționarea și suprafața barelor. Grosimea stratului de protecție a betonului trebuie să asigure transmiterea eforturilor între beton și oțel

3. DATE EXPERIMENTALE ALE CARACTERISTICILOR BETONULUI AUTOCOMPACTANT

Conform studiului efectuat de J.R.Casas [6], în cadrul căreia au fost studiate 3 compoziții diferite ale betonului autocompactant, păstrând același raport de apă/ciment, superplastifiant/ciment(%), filer de calcar/ciment.

Tabelul 6 Varietatea componentelor betonului autocompactant

Componenta (kg/m ³)	BAC1	BAC2	BAC3
Ciment	363	329	334
Filer de calcar	109	99	100
Apă	181	165	167
Superplastifiant	6.2	5.6	5.7
Nisip 0-2mm	711	607	603
Nisip 2-5mm	398	340	337
Agregat 5-12mm	526	451	447
Agregat 12-18mm	-	330	329
Caracteristicile în stare proaspătă			
Răspândirea prin curgere	740	570	740
Abilitatea de trecere, Cutia L, T ₆₀ (s)	1	3	1
Pâlnia V, T _V (s)	2.5	5.5	5.0
Inelul J, T _{FJ} (s)	743	555	735

Tabelul 7 Varietatea caracteristicilor BAC în stare întărită E(GPa), f_c(MPa), f_t(MPa)

	BAC1			BAC2			BAC3		
	E	f _c	f _t	E	f _c	f _t	E	f _c	f _t
M	36.52	46.37	3.72	38.85	48.51	3.69	37.99	42.61	3.16
DS	0.74	2.36	0.58	0.51	3.21	0.38	1.09	2.33	0.51
CV	2.04	5.08	15.69	1.32	6.62	10.37	2.86	5.46	16.25

M-valoarea medie; DS-devierea standard; CV-coeficientul de variație

4. CONCLUZII

Betonul autocompactant reprezintă un material revoluționar datorită lucrabilității, omogenității, stabilității și rezistenței la segregare.

La utilizarea betonului autocompactant pentru structuri se obține o economie datorită micșorării consumului de energie și manoperă.

Complexitatea formelor și aglomerația de armături nu mai prezintă o dificultate pentru structurile din beton armat.

Caracteristicile betonului autocompactant în stare întărită sunt convențional adoptate conform caracteristicilor betonului vibrat de clasă corespunzătoare. Comportarea în timp a betonului autocompactant a fost mai puțin examinată și prezintă o direcție de dezvoltare pentru viitor.

Bibliografie

- 1.The European Guidelines for Self-Compacting Concrete Specification, Production and Use, May 2005
- 2.K. 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 pp5-15, april 2003
- 4.ICECON S.A “Beton autocompactant – cercetare (prenormativă)”, februarie 2012
- 5.Sheinn A.M.M., Tam C.T., Rodrigo F.L. “Comparative study on hardened properties of self compacting concrete (scc) with normal slump concrete (nsc)”, 29th Conference on “Our world in concrete & structures” Singapore, august 2004, pp 485-494
- 6.Almeida F.M., Barragánb B.E., Casasb J.R. “ Hardened Properties of Self-Compacting Concrete — A Statistical Approach “Construction and Building Materials nr 24, 2010 pp.1608–1615
- 7.L. Terec, H. Szilágyi “Beton autocompactant (bac) pentru industria de prefabricate în construcții” în revista “Urbanism. Arhitectură. Construcții” vol.1 nr.1, 2010, pp 79-86.
8. Bolotskih O. N. “Samouplotnyaiushisea beton i evo diagnostica”, Jurnal “Predovrashenie avarii zdanii i soorujenii”, aprilie 2004

Strategia Națională pentru Siguranță Rutieră a Republicii Moldova, ca sistem de management al siguranței rutiere

Bricicaru Ilie

doctorand, Facultatea de Construcții și Instalații, ilie.bricicaru@gmail.com

Rezumat

Lucrarea prezintă un studiu sistemic al situației siguranței rutiere din Republica Moldova, în contextul adoptării de către Guvern a Strategiei Naționale pentru Siguranța Rutieră, aprobată prin Hotărârea nr. 1214, din 27.12.2010, dar și o analiză a situației managementului de siguranță rutieră și a măsurilor impuse pentru realizarea acestei Strategii. În pofida măsurilor de siguranță rutieră adoptate de Guvern, drumurile Republicii Moldova nu sunt mai sigure iar gravitatea accidentelor de circulație s-a accentuat în comparație cu anul 2010, an în care a fost adoptată Strategia. Cauzele și soluțiile ce ar permite o modificare în bine a trendului sunt prezentate în lucrare.

Cuvinte cheie: strategie, siguranța rutieră, management de siguranță rutieră, accidente de circulație.

1. INTRODUCERE

În cadrul Conferinței de lansare a Campaniei „Make Roads Safe in Moldova” [1], care a avut loc în data de 9 octombrie 2009, Melanie Marlett, managerul Oficiului Băncii Mondiale în Republica Moldova a declarat că suma costurilor directe privind decesului unui cetățean al Republicii Moldova în accidente de circulație, (conform datelor Băncii) este de 511 mii dolari SUA, suma medie anuală reprezentând circa 255 milioane dolari SUA. Aceste pierderi economice imense împiedică dezvoltarea economică și perpetuează sărăcia.

Siguranța rutieră pe drumuri este dependentă de corelarea între 4 factori cu acțiune diferită în cele mai multe cazuri asupra fenomenului accidentar: omul – drumul – vehiculul – mediul.

Consider că în această ordine trebuie abordate în studierea lor. În lucrarea prezentă, ne vom axa pe o analiză a impactului primelor 3 factori, care acționează în marea majoritate a cazurilor asupra fenomenului accidentologic, dar și asupra managementului de siguranță rutieră.

Majoritatea accidentelor de circulație sunt cauzate de eroarea umană, din care motiv, inițiativele de siguranță rutieră s-au axat pe această cauzalitate - preponderent în țările în curs de dezvoltare, dar nu întotdeauna și argumentat - pentru a impune prevenție în trafic. În același timp, psihologia ne spune că oamenii întotdeauna sunt predispuși a greși.

Totodată, eroarea umană este direct dependentă de capacitatea drumului proiectat și construit de a permite procesarea informațiilor și luarea deciziilor rapide și corecte în circulație.

Conform Raportului Global al Competitivității, emis de Forumul Economic Mondial 2012-2013 [2], Republica Moldova este plasată pe locul 144 din 144 de țări studiate, în ceea ce privește calitatea drumurilor. Estimările arată că mai mult de 90% din rețeaua națională de drumuri publice necesită reabilitare imediată. Totodată, pentru circa 80% din rețeaua de drumuri, costurile măsurilor de îmbunătățire a siguranței rutiere pot fi calificate ca fiind mici.

Starea tehnică a autovehiculelor aflate în trafic influențează mult siguranța pasagerilor atât în circulație, cât și în cazul accidentelor de circulație. Există 3 categorii de accidente, care în mare parte sunt grave și fatale, în care starea autovehiculului este foarte importantă pentru a minimaliza consecințele impactului: coleziunea cu părăsirea carosabilului; coliziunea frontală și coliziunea în intersecții.

2. DIAGNOSTIC NAȚIONAL ÎN SIGURANȚA RUTIERĂ

De la formarea Republicii Moldova ca stat independent, pe drumurile publice au decedat 9876 persoane. Această cifră este egală, ca exemplu, cu populația unui orașel din nordul țării.

Doar pe parcursul anului 2012 pe teritoriul republicii au fost înregistrate 2712 accidente de circulație, în care 441 persoane au decedat și 3510 au fost rănite. Numărul accidentelor și persoanelor rănite s-a micșorat cu 4,0 și respectiv 7,0 la sută, dar numărul deceselor s-a majorat cu 4 la sută, raportat la anul 2010, anul adoptării Strategiei naționale de siguranță rutieră. Dacă luăm luând ca reper anul 2011, în raport cu obiectivul declarat de reducere cu 50 la sută a numărului deceselor, atunci situația s-a agravat (figura 1).

În Republica Moldova, nivelul de mortalitate în accidente de circulație (numărul de decedați la 100 000 locuitori) este de nivelul mediu, în comparație cu orice țară-

membră a Consiliului Europei și Uniunii Europene, ceea ce nu se poate spune despre nivelul gravității acestora (figura 2), care este unul din cele mai înalte din Europa, similar celui din Rusia.

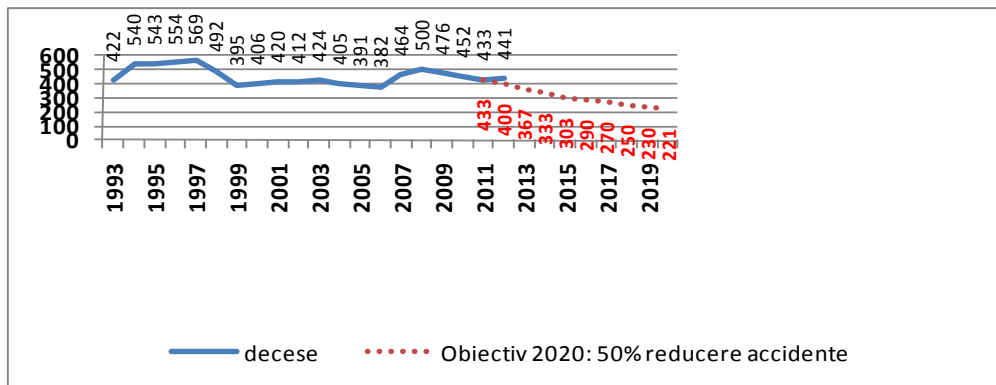


Fig. 1. Decese înregistrate în anii 1993 – 2012 și trend-ul necesar de obținut, conform obiectivului de reducere a fatalităților în accidente de circulație

În mediu, în țările europene, în 36 accidente de circulație moare o persoană, pe când în Republica Moldova acest indice este tragic și constant pe parcursul a mai mulți ani – la 6 accidente de circulație moare un om, acest fapt reprezentând și indicele gravității accidentelor comise pe drumurile publice din Republica Moldova, fapt ce contestă într-o mare măsură statistica privind mortalitatea în accidente de circulație la numărul de locuitori.

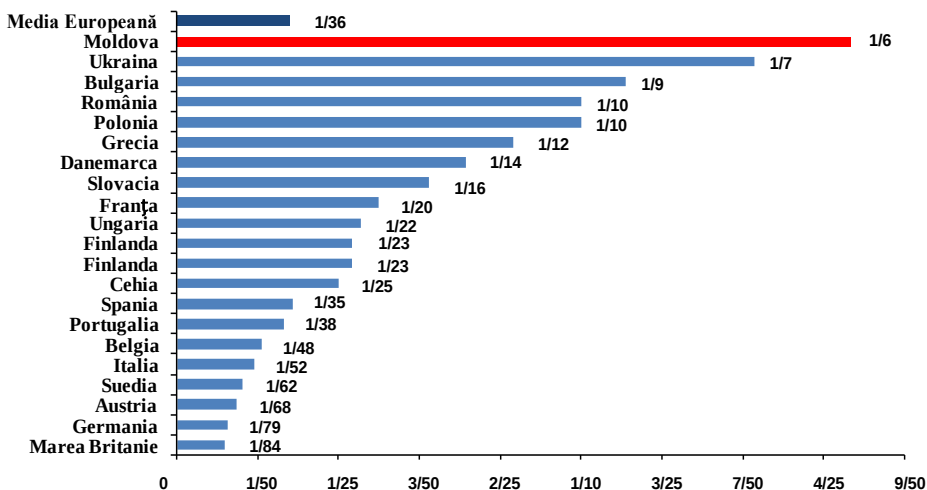


Fig. 2. Raportul deceselor în accidente de circulație la numărul acestora în țările membre ale CEE, UE și Republica Moldova

Neconcordanța atât de pronunțată a acestor două statistici ne vorbește despre problemele existente în statisticile de stat cu privire la numărul populației existente în țară, cât și a problemelor de înregistrare a componentelor cu aport direct la statistica accidentelor de circulație și în final – însăși a statisticii accidentelor de circulație rutieră (vehicule, conducători auto, volum de circulație). În același context, siguranța rutieră pe rețeaua de drumuri publice din Republica Moldova este defectuoasă în raport cu standardele internaționale și ca raportare la numărul de autovehicule înmatriculate. Rata sau indicele de deces este practic de 12 – 13 ori mai mare ca în Suedia – țara europeană cu cele mai bune practici de siguranță rutieră.

O problemă deosebit de gravă pentru Republica Moldova este siguranța pietonilor, având una din cele mai înalte rate a cazurilor de deces a pietonilor din Europa (39%), fiind depășită doar de Lituania și Rusia. Excelăm în special la capitolul accidente de circulație în interiorul localităților, unde suntem mult peste media



Figura 3. Trecere de pietoni din orașul Chișinău



Figura 4. Exemplu trecere de pietoni securizată

europeană și înregistrăm un număr de 1,4 decese la 10.000 de locuitori, în timp ce media europeană este de 0,87, adică mor cu peste 50% mai mulți oameni decât în țările dezvoltate. Cercetările arată că principala cauză de deces și rănire a pietonilor din interiorul localităților este amenajarea necorespunzătoare a trecerilor pentru pietoni în satele cu așezare liniară și orașe (vizibilitatea amplasării, atât ziua cât și pe timp de noapte, calitatea semnalizării, măsuri de reducere a vitezei, insule de refugiu, deteriorări ale trotuarelor etc.).

Acest fapt se evidențiază la maxim în orașul Chișinău, dar și în majoritatea localităților liniare, unde în ultimii câțiva ani au fost amenajate treceri pentru pietoni prin decizii neargumentate ale autorităților, doar prin aplicare de marcaje transversale, care în timp nu mai pot fi observate, fără a fi studiate minuțios pericolele la care pot fi supuși pietonii la aceste treceri și fără, măcar, a asigura vizibilitatea și iluminarea suficientă atât a mijloacelor de dirijare a circulației, cât și a însăși trecerii. Una dintre aceste treceri este prezentată în Figura 3.

Studiind Raportul detaliat privind starea drumurilor realizat de EuroRAP [4] (unde se arată că pe 65% din lungimea rețelei de drumuri, intensitatea traficului înregistrează valori cuprinse între 1000 – 5000 vehicule/zi, iar pentru 20% din rețea intensitatea traficului este mai mică de 1000 vehicule pe zi, ratele de utilizare a motocicletelor și bicicletelor fiind scăzute pentru întreaga rețea de șosele, iar traficul de pietoni traversând drumul este de asemenea la un nivel foarte scăzut nefiind înregistrată nici o activitate pe 85% din lungimea totală a drumurilor inspectate), se poate concluziona că situația siguranței rutiere este mult mai gravă, statisticile prezentate, fiind înregistrate doar pe $\frac{1}{4}$ din rețeaua de drumuri.

Pe cale de consecință, problemele statistice semnalate există și este necesară refacerea calculului pentru întreaga rețea și la numărul întregii populații.

Expertiza situației în domeniu din Republica Moldova arată că politicile actuale de siguranță rutieră sunt axate pe introducerea unor norme legislative și normative care nu întotdeauna sunt justificate, în raport cu cele mai bune practici internaționale, cum sunt normele referitoare la pregătirea șoferilor și admiterea în traficul rutier și controlul tehnic al vehiculelor, cât și problemelor instituționale de administrare, cercetare și control a siguranței rutiere. Asemenea măsuri, ca regulă, se desfășurează separat de altele, în calitate de direcție principală a politicilor de siguranță rutieră, cu scopul de a convinge utilizatorii să asigure siguranța prin comportamentul lor, care însă, în conjunctura economică și socială actuală nu a avut efectul scontat, iar statistica accidentară ne reprezintă elocvent acest fapt. Studiile efectuate arată că accentul doar pe învățarea atât teoretică, cât și practică este insuficient, fapt accentuat și în Raportul mondial de prevenire a traumatismului rutier [3]. Accentul excesiv asupra rolului răspunderii individuale și declararea victimei ca responsabil unilateral de accidentul comis încurcă autorităților competente la îndeplinirea responsabilităților sale.

Colectarea datelor despre accidente este importantă pentru a obține o imagine de ansamblu clară și reală a consecințelor comportamentului imprudent în trafic. Aceste informații sunt vitale pentru alcătuirea unei strategii eficiente pe termen lung pentru atragerea fondurilor necesare îmbunătățirii situației siguranței rutiere. Din păcate, trebuie să recunoaștem că astfel de date concludente nu există în țările în curs de dezvoltare și în tranziție din cauza înregistrării incomplete a informațiilor cu privire la accidente. Cele mai probabile motive ale acestui fapt sunt neprioritizarea siguranței rutiere între celelalte zone de interes ale autorităților publice, lipsa cunoștințelor și a înțelegerii importanței siguranței rutiere.

În același timp, mulți șoferi și pasageri își pierd viețile din cauza lipsei de echipamente de descarcerare. Poliția, Pompierii și Paramedicii nu dispun de echipamente necesare pentru intervenția eficientă la locul accidentului. Aproximativ 80% din victimele accidentelor mor în prima oră după accident din cauza lipsei de îngrijire adecvată în intervalul de după accident și până la sosirea la spital.

Se impune elaborarea și implementarea standardelor globale de siguranță rutieră, a practicilor recomandate, a modelelor de răspuns de urgență și a protocoalelor de management integrat în caz de accident, inclusiv a programelor de training relevante pentru fiecare dintre acestea. Mai multe rapoarte arată că se poate reduce numărul de victime cu până la 25% printr-o mai bună funcționare a politicii rutiere.

3. MANAGEMENT PERFORMANT DE SIGURANȚĂ RUTIERĂ

Este binecunoscut faptul că sistemul de management al siguranței rutiere - modern și durabil pentru infrastructura rutieră - trebuie să includă măsuri și prevederi legale și instituționale adecvate și eficiente, ca de altfel și tehnici și metode ce vor fi folosite de agențiile responsabile cu infrastructura rutieră.

Managementul și promovarea siguranței rutiere este, în mod tradițional, o responsabilitate a sectorului public. Autoritățile publice controlează însă toți factorii care influențează „sistemul” în care operează participanții la trafic: pregătirea și informarea participanților la trafic, legislația și reglementările de circulație, controlul și sancțiunile, dezvoltarea infrastructurii rutiere, legislația care se aplică vehiculelor, organizarea serviciilor de urgență și asistența medicală.

Strategia [8] a creat premiza de a edifica un sistem de management de siguranță rutieră performant, cu un scop bine determinat de reducere a numărului deceselor în accidente cu 50% până în anul 2020, comparativ cu anul 2011.

O Agenție directoare, în contextul situației instituționale existente în domeniu, este strict necesară, dar nu în forma adoptată de Guvern [9]. Lipsa finanțelor pentru crearea unei structuri cu statut juridic nu se argumentează, pentru că trebuie luate în calcul costurile care apar urmare a consecințelor accidentelor de circulație.

Agencia directoare trebuie să preia inițiativa și să devină responsabilă de siguranța rutieră la nivel național. Agenția trebuie să dezvolte politici de siguranță rutieră și să coordoneze aplicarea lor, aceasta însemnând că trebuie să aibă personal calificat pentru negocieri, management de proiect, comunicare, experți în siguranța rutieră și în dezvoltarea de politici în domeniul respectiv. Unul din principalele obiective ale agenției directoare este de a avea un rol de coordonare eficient. Agenția directoare nu poate substitui CNSCR, dar, cu o abordare bine determinată, poate fi un birou de lucru în domeniul siguranței rutiere cu resurse adecvate, considerat un element esențial pentru o abordare eficientă, indiferent ce model organizațional este adoptat. Este foarte important, ca această Agenție să fie formată din personal pregătit la un înalt nivel profesional de specialitate, dar este la fel de important, ca să dispună și de resurse adecvate în contextul siguranței rutiere.

Organizarea managementului siguranței rutiere în acest mod ar permite eficientizarea timpului și termenilor de aplicare a strategiei și de modelare în timp

și a aspectului instituțional de guvernare a sistemului de siguranță rutieră, lucru care nu va fi atât de simplu.

Consider că încercarea de implicare într-o primă fază în reformarea sistemului instituțional (și prin redistribuirea atribuțiilor) va crea mari probleme în interiorul sistemului, iar rezultatul, ca scop impus de Strategie - care este cel mai important - nu va putea fi obținut în termenii indicați.

În aceeași ordine de idei, este și mai importantă o Agenție directoare, fiind strict necesară pregătirea și aprobarea unui set de acte legislative și normative vizând competențele de sistem, educația rutieră, standardele tehnice de drumuri și siguranță rutieră, modalitatea și ordinea de înregistrare și cercetare a accidentelor de circulație, reglementare și sistematizare a circulației, audit de siguranță rutieră și prevenire în stradă, infrastructura instituțională și tehnică a drumurilor etc.

4. CONCLUZII

În situația actuală și în condițiile generale ale Republicii Moldova, este necesar de implementat un nou model de management al siguranței rutiere, fără a implica modificări instituționale la nivel Guvernamental, pentru o primă etapă.

Instituirea unei Agenții directoare independente, cu atribuții bine conturate, ar putea fi soluția cea mai eficientă, prin care s-ar iniția și elabora politici de siguranță rutieră, fără a face imixtiuni în activitatea autorităților cu competențe în domeniu. În acest sens, se poate realiza un set de norme, de politici, care ar influența sistemul din afara lui, prin studii și aplicarea unei bune practici. Agenția directoare trebuie concepută ca o autoritate de cercetare, studiere și elaborare de politici, fără a se înțelege implicarea acesteia în activitatea ministerială. În acest sens, revederea cadrului legal privind siguranța rutieră este absolut necesară, iar stabilirea unor norme eficiente atât la nivel de reglementare, cât și tehnic a relației între toți participanții la traficul rutier este absolut necesară.

Este importantă și crearea unei infrastructuri mai eficiente și mai sigure, prin revederea sub aspect de eficiență economică, socială și de fiabilitate a Legii drumurilor și sistemului de infrastructură rutieră general. Cele mai bune rezultate practice în acest sens le-a obținut Olanda, prin viziunea sa "Siguranță durabilă". Tot aici este evidentă necesitatea implementării evaluării de impact, inspecției și auditului de siguranță rutieră pentru toate proiectele de infrastructură rutieră.

Implementarea unui sistem euroconform de baze de date a traficului rutier și accidentelor de circulație este încă una din acțiuni, fără de care este foarte anevoioasă o analiză eficientă a circulației, accidentelor și consecințelor acestora. O bază de date, care să poată fi interconectată pe parcurs la baza de date "CARE", existent la nivelul UE, ar fi un prim pas pentru asigurarea unor date statistice de cercetare cât mai exacte.

Nu este de neglijat nici impunerea foarte clară a noțiunilor de accident de circulație și descrierea acestei noțiuni din toate punctele de vedere a traficului și a consecințelor sale, a noțiunilor de sector cu o frecvență sporită a accidentelor de circulație, etc.

Elaborarea unor politici eficiente de educație și comportament rutier, implementarea psihologiei în transporturi este de asemenea un subiect foarte important, inclusiv și sub aspectul pregătirii inițiale și formării periodice a șoferilor.

Cum am arătat, 85% din persoanele implicate în accidente de circulație grave mor în prima oră de la comiterea accidentului. Implementarea unui sistem eficient de acordare a ajutorului medical de primă urgență, reanimare și descarcerare este de asemenea o soluție strict necesară de implementat.

Bibliografie

1. EASTERN ALLIANCE FOR SAFE AND SUSTAINABLE TRANSPORT. *Road Safety Enforcement and Traffic Policing in Moldova: Report of the Moldova/Georgia/UK Police Exchange Programme*. <http://www.easst.co.uk>.
2. WORLD ECONOMIC FORUM. *The Global Competitiveness Report 2012–2013*. <http://www3.weforum.org/>.
3. Peden, M., Scurfield, R., Sleet D., Mohan, D., Hyder, A.A., Jarawan, E., & Mathers, C. (2004) (Eds.) *The World Report on Road traffic injury prevention*. World Health Organization, Geneva.
4. EuroRAP. *Star Rating în Moldova. Metodologie și rezultate. Evaluarea Siguranței Infrastructurii Drumurilor în Moldova*. European Road Assessment Programme (EuroRAP), Jan 2011.
5. EUROPEAN COMMISSION, DIRECTORATE-GENERAL TRANSPORT AND ENERGY. *Safety Net (2009) Project - Road Safety Management*. <http://ec.europa.eu/>.
6. WORLD HEALTH ORGANISATION. *Risk factors for road traffic injuries*. <http://www.who.int/>.
7. Legea Republicii Moldova nr. 131/2007 privind siguranța traficului rutier. <http://lex.justice.md/>.
8. Hotărârea Guvernului Republicii Moldova nr. 1214/2010 cu privire la aprobarea Strategiei Naționale pentru Siguranța Rutieră. <http://lex.justice.md/>.
9. UNITED NATIONS. *Global Plan for the Decade of Action for Road Safety 2011-2020*. <http://www.who.int/>.
10. Hotărârea Guvernului Republicii Moldova nr. 972/2011 cu privire la aprobarea Planului de acțiuni privind implementarea Strategiei naționale pentru siguranță rutieră. <http://lex.justice.md/>.

Utilizarea energiei geotermice în sistemele de instalații pentru reducerea consumurilor de energie primară

Cazacu Ionela,

doctorand, Facultatea de Construcții și Instalații Iași, cazacuionela@ymail.com

Rezumat

Problematica actuală a mediului duce la dezvoltarea continuă a tehnologiilor utilizate pentru reducerea consumurilor de energie primară.

Dintre numeroasele forme de energie regenerabilă utilizate, energia termică are ponderea cea mai mare în balanța energetică a unei țări. Din acest motiv, se depun eforturi susținute pentru găsirea căilor optime de clasificare a formelor regenerabile, în scopul reducerii consumurilor de energie primară.

Obținută direct din radiația solară, energia geotermică reprezintă practic, o rezervă inepuizabilă și disponibilă în orice loc de pe Pământ, justificând astfel utilizarea ei ca sursă rece pentru sistemele echipate cu pompe de căldură cuplate la sol.

Cuvinte cheie: energie regenerabilă, capacitate termică, oscilații de temperatură, propagarea căldurii în sol,

1. INTRODUCERE

Una dintre cele mai eficiente surse de căldură este reprezentată de sol, această sursă de acumulare a căldurii poate stoca căldura primită de la Soare, atât direct sub formă de radiație solară cât și indirect prin intermediul aerului sau a precipitațiilor. Radiația emisă de Soare este absorbită la suprafața Pământului în proporție de 80%; suprafața solului cedând, la rândul său căldura straturilor de aer de la suprafață și straturilor de sol din adâncime.

Transferul termic către straturile solului se realizează în special prin conducție, pe când transferul termic spre atmosferă, prin convecție și radiație.

Încălzirea suprafeței terestre se realizează prin absorbția și transformarea energiei radiante ajunsă la suprafața solului în energie calorică. Suprafața terestră este o suprafață activă.



Fig.1. Schimbul termic de la suprafața solului

De la suprafața solului căldura este preluată de către elementele principale, sol, apă și aer, conform legilor de propagare a căldurii, în funcție de particularitățile fiecărui mediu în parte.

Ponderea maximă a cantității de căldură transmise o reprezintă căldura stocată în sol. Aceasta poate fi ușor valorificată sub formă de energie regenerabilă.

2. FACTORI CARE INFLUENȚEAZĂ REGIMUL TERMIC AL SOLULUI

Temperatura solului este dependentă de numeroși factori, dintre care cei mai importanți sunt:

- Radiația solară- este sursa principală a încălzirii solului. Fluxul radiativ, fiind diminuat de existența în atmosferă a vaporilor de apă și a suspensiilor atmosferice.
- Coordonatele solare și geografice - care determină distribuția energiei pe suprafața terestră.
- Structura și caracteristicile morfologice ale solului - influențează transferul de căldură și regimul termic.
- Umezeala solului- care favorizează conductivitatea termică și difuzia căldurii.

- Culoarea (albedo-ul solurilor) - influențează gradul lor de încălzire.

Regimul termic al solului este de asemenea influențat de covorul vegetal și stratul de zăpadă. Covorul vegetal împiedică încălzirea solului în timpul zilei, noaptea covorul vegetal reduce răcirea solului. Stratul de zăpadă are un comportament asemănător datorită proprietăților termoizolatoare.

Între solurile închise la culoare și cele deschise poate exista o diferență de până la 4°C.

3. CARACTERISTICILE TERMO - FIZICE ALE SOLULUI

- Conductivitatea calorică (K)

Conductivitatea calorică reprezintă cantitatea de căldură care trece sub forma unui flux într-o unitate de timp (s), prin unitatea de suprafață (m²) a unui strat gros de 1 cm, la o diferență de temperatură de 1°C, între partea superioară și cea inferioară a stratului considerat.

Conductivitatea calorică reprezintă mărimea caracteristică fiecărui tip de sol în parte.

Această proprietate este exprimată prin valoarea coeficientului de conductivitate calorică (k).

Coeficientul de conductivitate pentru diferite tipuri de soluri este cuprins între 0,001 și 0,006 cal/cm²*grd, solurile cu umiditate redusă având conductivitate inferioară celor umede .

Tab.1. Valorile coeficienților de conductivitate caloric în raport cu natura solului

Tipul solului	Coeficientul de conductivitate caloric (cal/cm ² · grd)
Argilă	0,0044
Sol nisipos	0,0028
Sol umed	0,0042
Granit	0,0097
Gresie	0,0107

- Căldura specifică (c)

Căldură specifică reprezintă cantitatea de căldură necesară pentru creșterea temperaturii unui corp cu un grad.

Cantitatea de căldură, necesară ridicării temperaturii cu 1°C a unui gram de substanță, poartă denumirea de căldură specifică gravimetrică sau masică (c), iar

cantitatea de căldură, necesară creșterii temperaturii cu 1°C a unui centimetru cub dintr-un corp oarecare se numește căldură specific volumetrică sau volumică (c).

Între aceste două mărimi există relația :

$$c = c \cdot \rho \quad (1)$$

Unde ρ este densitatea solului.

În mod natural solul conține și o anumită cantitate de aer și apă. La determinarea căldurii specifice a solului trebuie avute în vedere și valorile specifice acestora (căldura specifică a aerului este de 0,0000306 cal/cm³*grd., iar a apei este de 1 cal/cm³*grd.), de aici rezultă că solurile uscate se încălzesc și se răcesc în adâncime mult mai repede în primii centimetri decât cele umede.

Căldura specific volumetrică a unui sol, format din constituenți solizi și lipsit total de umiditate, a rezultat în urma unor determinări repetate și este cuprinsă între 0,4 și 0,6 cal/cm³*grd.

▪ Conductivitatea termică (λ)

Conductivitatea termică este o mărime fizică care caracterizează capacitatea unui material de a transmite căldura atunci când este supus unei diferențe de temperatură.

Pentru a evidenția mai bine particularitățile fizice ale solului trebuie avute în vedere și conductivitatea termică exprimată prin:

Coeficientul de conductivitate termică (λ):

$$\lambda = k/c \quad [\text{cm}^2/\text{s}] \quad (2)$$

Unde:

k – coeficientul de conductivitate calorică

c – căldura specifică

Conductivitatea termică este o proprietate esențială a solurilor pentru propagarea căldurii și a variațiilor temperaturii în adâncime. Solurile complet uscate au o conductivitate termică mai mare în comparație cu cele umede.

Tab.2 Relația dintre umiditate și proprietățile termofizice ale solului

Coeficientul de conductivitate calorică (cal/cm ² ·grad)	Căldura specifică (cal/cm ² ·grad)	Umiditatea %
0,00065	0,340	2,0
0,00148	0,420	7,0
00253	0,630	20,5

Sursa: StoicaciCristea, 1971

4. PROPAGAREA CĂLDURII ÎN SOL

Propagarea căldurii în sol este guvernată de mecanismele cunoscute de transfer termic, dintre care ponderea cea mai importantă este reprezentată de conducție.

În cazul cel mai general, ecuația diferențiată a conducției în regim nestaționar cu izvoare interioare, are forma:

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} = a \nabla^2 t + \frac{q_v}{\delta \cdot c_p}, \quad (3)$$

cu $t = t(x, y, z, \tau)$

Dacă lipsesc izvoarele interioare ($q_i = 0$) ecuația ia forma :

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} = a \nabla^2 t \quad (4)$$

unde difuzivitatea termică este definită ca raportul dintre conductivitatea termică și capacitatea termică volumică, conform relației:

$$a = \lambda / \delta c_p \quad (5)$$

5. PARAMETRII TERMOFIZICI AI SOLULUI

Ca mediu tipic poros, solul este format, în principal, din minerale solide, materii organice, apă și aer.

Evoluția temperaturilor în sol este determinată de structura spațială, ponderea volumică a componentelor și proprietățile termofizice ale acestora.

Notând generic cu:

- (i) parametri termofizici
 - conductivitate (λ)
 - capacitate termică volumică (c_v)
 - difuzivitate (a),
 - densitate (ρ)

cu (j) caracteristicile structurale ale solului - porozitate (p),

- umiditate (u)
- materiile organice

și cu (m) - valorile parametrilor termofizici (ϕ_i) care caracterizează global un sol dat, se determină în funcție de valorile (ϕ_{ij}) corespunzătoare constituenților solului respectiv, cu relația:

$$\phi_{iglobal} = \sum \phi_{ij} \quad (6)$$

Explicitând relația (4) în funcție de fracțiunile volumice ale componentelor constitutive :

- material solid = $(1 - p)$
- material organic = (m)
- apa = $u \cdot (p - m)$
- aer = $p \cdot [1 - (m + u)]$

rezultă relația general valabilă pentru evaluarea parametrilor termofizici globali:

$$\varphi_{iglobal} = (1-p)\varphi_{is} + u(p-m)\varphi_{iu} + p[1-(m+u)]\varphi_{iu} + m \cdot \varphi_{im} \quad (7)$$

Cu observația că, în general, transferul de căldură este puțin influențat de prezența aerului și a materialelor organice, termenii corespunzători a castor fracțiuni pot fi neglijati și relația anterioară ia forma simplificată :

$$\varphi_{iglobal} = (1-p)\varphi_{is} + p \cdot u \cdot \varphi_{iu} \quad (8)$$

Valorile numerice corespunzătoare mărimilor fizice implicate se determină prin măsurători directe sau se adoptă din literatura de specialitate.

Pentru ρ , c_p , c_v , λ , sunt prezentate mai jos valori uzuale ale parametrilor termofizici pentru diferite componente ale structurii solului:

Tab.3. Valorile uzuale ale ale parametrilor termo-fizici pentru diferite component ale structurii solului .

Constituent	Căldura specifică c_p [J·Kg ⁻¹ ·°C ⁻¹]	Densitate ρ [Kg·m ⁻³]	Conductivitate termică λ [Wm ⁻¹ ·°C ⁻¹]	Capacitate termică c_v [μ J m ⁻³ ·°C ⁻¹]
Substanța minerală	733	2650	2,90	1,94
Substanța organică	1926	1300	0,25	2,50
Apă	4182	1000	0,57	4,18
Aer	1005	1,2	0,025	0,0012

Modelul matematic este reprezentat de ecuația:

$$\frac{\partial t}{\partial \tau} = \alpha \frac{\partial^2 t}{\partial x^2} \quad (9)$$

Pentru soluționarea problemei se consider condițiile limită :

- La suprafața scoarței terestre pentru $x=0$, variația periodic a temperaturii este :

$$T(x) = T_0 + (T_m - T_0) \cos \omega \tau \quad (10)$$

- La o anumită adâncime în sol $x=h$ la care poate fi neglijat efectul variației periodice a temperaturilor exterioare, temperature este constant și egală cu valoarea :

$$T(x) = T_m \quad (11)$$

Amplitudinea de variație a temperaturilor cu adâncimea este dată de relația:

$$A_T(x) = A_{T_0} \cdot e^{-\frac{x}{h}} \cdot \cos\left(\omega t - \frac{x}{h}\right) \quad (12)$$

în care: $\omega = \frac{2\pi}{\tau}$ reprezintă pulsația fenomenului periodic cu perioada: $\tau = 24$ ore sau $\tau = 365$ zile, iar

$$h = \sqrt{\frac{2a}{\omega}}, \text{ unde } a = \text{difuzitatea termică a pământului.}$$

Pornind de la ecuațiile anterioare se poate stabili viteza de propagare, adâncimea la care are loc inversarea de fază x_i , respectiv adâncimea de fază x_c . Amortizarea perturbațiilor periodice de la suprafața terenului ($x=0$) este rapidă, amplitudinea unei termice de adâncime de inversiune, respectiv la adâncimea de conducție de fază, reprezentând câteva procente din amplitudinea unei la suprafața terenului. Situația este confirmată și experimental.

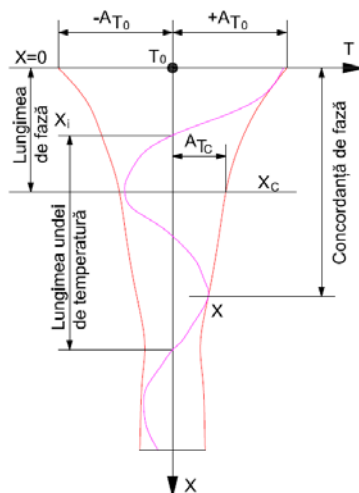


Fig.2. Amortizarea perturbațiilor periodice de la suprafața terenului
Fenomenul de propagare a temperaturii în sol este un fenomen ondulatoriu, având următoarele caracteristici:

- oscilațiile de temperatură au aceeași perioadă cu cea a oscilațiilor de la suprafața solului și se produc cu defazaj;

- timpul de întârziere a producerii valorilor extreme-minime/maxime față de momentele corespunzătoare acestora la suprafață sunt direct proporționale cu adâncimea;
- adâncimea de pătrundere a temperaturii în sol este direct proporțională cu perioada oscilațiilor superficiale;
- amplitudinea oscilațiilor descrește exponențial cu adâncimea.

6. CONCLUZII

Datorită regimului aleatoriu și nepermanent a radiației solare în ciclul diurn și sezonier fenomenul de propagare a căldurii în sol este tipic nestaționar.

Propagarea energiei se face de la suprafața solului prin procese ondulatorii, în cicluri diurne și sezoniere, mecanismele de transport și stocare a căldurii fiind influențate în mod direct de caracteristicile termofizice și particularitățile structurale ale solului.

Cunoașterea temperaturii și a regimului termic al solului are o deosebită importanță practică pentru dimensionarea diferitelor tipuri de schimbătoare de căldură utilizate în sistemele echipate cu pompe de căldură geotermice.

Proprietățile termice efective implicate în procesele de transfer și de stocare a căldurii depind de tipul solului, respectiv de natura și fracțiile volumice ale elementelor constitutive.

Modelele matematice necesare pentru determinarea câmpului de temperaturi se particularizează corespunzător tipului de sursă, regimului funcțional de încărcare/descărcare și condițiilor la limită.

Soluțiile ecuațiilor diferențiale pot fi stabilite prin metode analitice, numerice, grafice sau analogice.

BIBLIOGRAFIE

- [1] I. Cazacu; Th. Mateescu- Considerații privind caracteristicile fizico-termice ale soluțiilor transferul de căldură, Conferința ”Instalații pentru si confort ambiental”, Timisoara 03-04 Aprilie 2014, volumul I, pag 255-270.
- [2] Ph. Ackerer; M.A. Bues- Simulation numerique du transfert de chaleur dans un milieu poreux sature et non-sature, Programme national de recherche en hydrologie, Toulouse Cede 16-17 Mai 2000, pag 37-45.
- [3] H.-F. Zhang , - Heat conduction and heat storage characteristics of soils, University of Science and Technology of China, HEFEI, ANHUI 230027, China,.
- [4] Ș. Balint, L. Tănăsie -Informatică aplicată în Științe, Tehnică Și Economie, Modele Clasice În Științe, Notite de curs pentru studenții de la Master, pag. 82-89.
- [5] W.H. Leong, R.V. Tarnawski, A. Aittomaki- Effect of soil type and moisture content on ground heat pump performance, INT. J. REFRIG.
- [6] I .Bluc ,Elemente de fizica construcțiilor, Rotaprint UT Iasi, 1993

Evaluarea impactului negativ produs de vehicule și traficul rutier asupra mediului și măsuri de prevenire și reducere a acestuia

Condurat Mihaela

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

Rezumat

Poluarea produsă de circulația mijloacelor de transport are efecte semnificative asupra calității aerului, a stării de sănătate a populației și a echilibrului ecosistemelor, contribuind în același timp și la intensificarea încălzirii globale. Lucrarea prezintă diverse aspecte privind impactul negativ asupra mediului înconjurător produs de traficul aferent infrastructurii rutiere, precum și de industria producătoare de vehicule și a pieselor componente. După o prezentare generală a acestor aspecte, în lucrare sunt descriși principalii poluanți proveniți de la gazele de eșapament, precum și factorii care contribuie la evoluția efectelor acestora. În continuare se prezintă un studiu de caz semnificativ privind evaluarea emisiilor de CO₂ folosind programul informatic ARTEMIS, aferente drumului național DN 28B Târgu Frumos – Botoșani. În final sunt prezentate recomandări privind implementarea metodelor de prevenire și atenuare a impacturilor produse de traficul rutier și de mijloacele de transport.

Cuvinte cheie: emisii poluante, efect de seră, impact negativ, transport rutier, metode de prevenire.

1. INTRODUCERE

Dezvoltarea și modernizarea sistemelor de transport favorizează creșterea economică, acestea constituind un element esențial în progresul societății. Totuși, odată cu construcția, extinderea și utilizarea rețelelor de transport, gradul de poluare aferent acestora a crescut alarmant în ultimii ani, activitatea de transport fiind în strânsă corelație cu consumul de energie și emisiile de gaze cu efect de seră.

În conformitate cu Fig. 1 prezentată mai jos, orice sistem de transport are în componența sa trei elemente principale și anume: infrastructura de transport, mijloacele de transport (parcul de autovehicule) și sistemul de management.

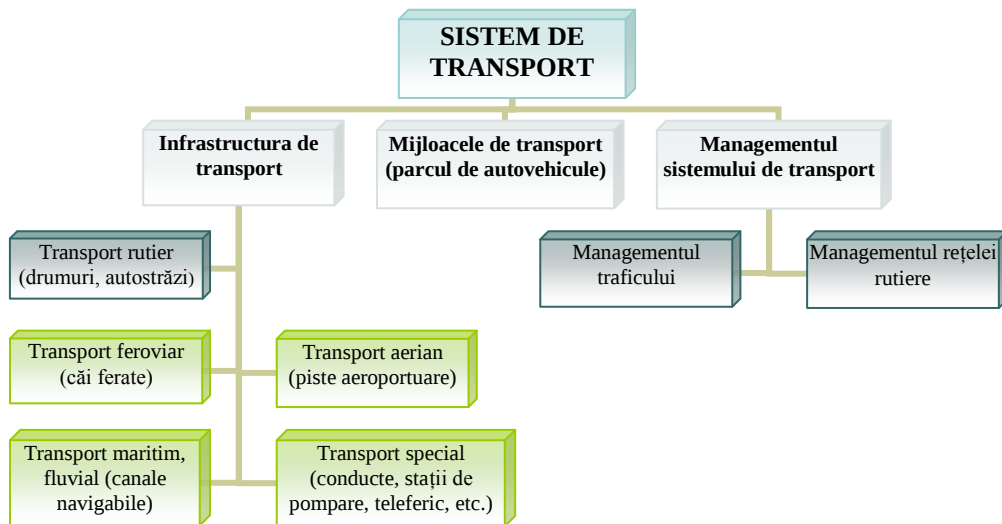


Fig. 1. Componentele sistemului de transport

Impacturile apărute ca urmare a sistemului de transport (Washington DOT, 2013) se pot clasifica în impacturi directe, impacturi indirecte și impacturi cumulative.

Conform literaturii de specialitate (Glasson J., Therivel R., Chadwi A., 2005), impacturile sistemului de transport asupra mediului înconjurător se mai pot clasifica după cum urmează: impacturi fizice, sociale și economice, impacturi care se produc pe termen scurt și pe termen lung având efecte pe arii restrânse sau extinse, precum și impacturi reversibile și ireversibile.

Lucrarea se va concentra îndeosebi pe impacturile negative produse de vehicule și traficul rutier, specificând, în același timp, și metodele de reducere și prevenire a acestora.

2. METODOLOGIA CERCETĂRII

2.1. Impactul negativ produs de traficul rutier și vehicule

Impacturile negative produse de vehicule și traficul rutier se concretizează prin emanarea în atmosferă a unor emisii poluante care, pe lângă faptul că afectează calitatea aerului, starea de sănătate a populației și echilibrul ecosistemelor, contribuie și la intensificarea încălzirii globale.

Fabricarea vehiculelor constituie ea însăși o importantă sursă de poluare a mediului înconjurător. Industria producerii vehiculelor și pieselor componente contribuie în mod semnificativ la creșterea nivelului de poluare prin eliminarea unor agenți chimici toxici aferenți procesului de fabricație care pot afecta solul, vegetația, apa și atmosfera, precum și habitatele din zona respectivă. Poluanții cei mai importanți (Institute for Local Self-Reliance, 1997) sunt solvenții utilizați la curățarea, vopsirea și finisarea pieselor componente, monoxidul de carbon, particulele în suspensie, compușii organici volatili, mercurul, plumbul, etc.

Efectele poluării produse de circulația mijloacelor de transport sunt resimțite pe o arie extinsă, la evoluția acestora contribuind o serie de factori, cei mai semnificativi fiind condițiile atmosferice, topografice și climatice, congestionarea traficului, tipul de carburant utilizat, vârsta vehiculelor, precum și întreținerea necorespunzătoare a acestora.

Aceste efecte se concretizează prin gazele de eșapament evacuate în atmosferă (poluare chimică), prin scurgerile de carburant pe suprafața de rulare, prin praful și zgomotul produs de vehicule, precum și prin deversarea accidentală de substanțe chimice toxice în cazul producerii unor accidente.

Poluarea chimică din transporturi, materializată prin gazele de eșapament, are un impact semnificativ asupra mediului înconjurător.

Astfel, dioxidul de carbon (CO_2), rezultat în urma reacției chimice de ardere a carburantului, constituie cel mai important gaz cu efect de seră care contribuie la acidificarea oceanelor.

Monoxid de carbon (CO) rezultat din arderea incompletă a combustibilului datorită randamentului scăzut al combustiei, se atașează de hemoglobină și conduce la reducerea cantității de oxigen necesare funcționării normale a corpului uman, contribuind totodată și la creșterea conținutului de ozon din atmosferă, având drept consecință amplificarea încălzirii globale.

Oxizii de azot (NO_x), rezultați din procesul de combustie, contribuie la formarea ploilor acide.

Oxizii de sulf (SO_x), emanați în atmosferă sub formă de dioxid de sulf (SO_2), acid sulfuric (H_2SO_4) și particule de sulfat, contribuie și ei la formarea ploilor acide și la coroziunea prematură a componentelor motoarelor. Acești oxizi contribuie de asemenea și la formarea ozonului troposferic și a pulberilor în suspensie. Deoarece sulful afectează și performanțele convertoarelor catalitice, a fost eliminat din benzină și motorină încă din faza procesului de rafinare a petrolului.

Hidrocarburile (HC) sunt emise o dată cu gazele de eșapament ale autovehiculelor prin evaporarea combustibilului din rezervoare când etanșeitatea acestuia este imperfectă, precum și în timpul procesului de aprovizionare cu carburanți.

Benzenul (C_6H_6) care se află în cantități mici (mai mici de 2%) în benzină și motorină fiind emis prin gazele de eșapament ca și combustibil nears sau prin evaporarea în timpul procesului de alimentare, este considerat ca fiind un material contaminant pe termen lung a pânzelor freactice, precum și agent cancerigen foarte periculos.

Particule materiale în suspensie (PM) sunt componenți de combustibili parțial arși care apar în principal la motoarele diesel, dar ele pot apărea și din uzura căii sub acțiunea pneurilor, precum și din uzura pneurilor datorită frecării cu calea de rulare.

Compușii organici volatili (COV) în prezența luminii (razele ultraviolete) reacționează cu oxizii de azot formând ozonul troposferic (O_3) și particule materiale în suspensie. Aceștia contribuie la formarea smogului urban și au o toxicitate ridicată.

Fumul (funinginea). Particulele de fum alcătuite dintr-un nucleu de carbon impur în care sunt absorbite moleculele de hidrocarburi arse și nearse sunt de asemenea nocive.

Emisiile de plumb se datorează utilizării benzinei aditivată cu tetraetil de plumb și uzurii anvelopelor. Poluarea cu plumb are efecte grave asupra sănătății, acumulându-se în corp și interferând cu producția normală a globulelor roșii din sânge (Gorham R., 2002). Plumbul are efecte grave și asupra mediului înconjurător, în cazul contaminării solului cu Pb efectele menținându-se sute de ani.

Poluarea atmosferică produsă de trafic are efecte negative și asupra mediului construit, prin coroziunea metalelor și deteriorarea vopselelor, a varului, mortarului și a elementelor de construcție prin acțiunea depozitelor acide de NO_x , SO_2 , precum și prin depunerea particulelor în suspensie pe suprafața acestora.

Contaminarea solului cu compușii chimici din transporturi intensifică eroziunea acestuia deoarece poluanții duc la distrugerea vegetației și a organismelor existente în sol.

Emisiile de CO_2 , fragmentarea ecosistemelor și eliminarea în atmosferă a particulelor în suspensie PM_{10} sunt considerate în prezent problemele cele mai presante cu care se confruntă omenirea. Următorul loc este ocupat de impermeabilizarea solului ca urmare a acoperirii permanente a suprafeței de teren cu un material artificial impermeabil în vederea construcției de clădiri și drumuri, poluarea fonică, precum și emisiile de NO_x și nivelul de ozon (Borken J., 2003).

Metodele de prevenire și atenuare a impacturilor produse de mijloacele de transport constau în îmbunătățirea tehnicilor de producere și întreținere a vehiculelor, prin utilizarea așa numitelor vehicule „hibride” și „flex fuel” unde combustibilii fosili sunt înlocuiți cu biocombustibili, respectiv cu un amestec de benzină și etanol,

precum și prin dezvoltarea transportului public și a mijloacelor nemotorizate de transport.

Atenuarea efectelor negative ce decurg din circulația autovehiculelor se poate realiza și prin modificarea caracteristicilor acestora (Kahn R., s.a., 2007), și anume, reducerea sarcinilor inerțiale, îmbunătățirea caracteristicilor aerodinamice și creșterea eficienței transformării energiei chimice a combustibilului în energie mecanică necesară pentru demararea și circulația vehiculului prin sporirea eficienței termodinamice, reducerea forțelor de frecare din interiorul motorului, îmbunătățirea transmisiei, utilizarea combustibililor alternativi și evitarea utilizării vehiculelor vechi.

Prevenirea și atenuarea efectelor poluării din trafic se poate realiza și prin luarea unor măsuri de deviere a traficului în zonele urbane sau prin amplasarea intersecțiilor și a pasajelor la o distanță semnificativă față de zonele rezidențiale. De asemenea, reducerea congestiei traficului prin asigurarea unei capacități de circulație a drumurilor sporită, realizarea perdelelor de vegetație aferente căilor de transport, precum și adoptarea unor elemente geometrice adecvate ale drumului, pot contribui semnificativ la prevenirea și atenuarea impacturilor negative.

2.1. Evaluarea emisiilor poluante aferente drumului național DN 28 B Târgu Frumos – Botoșani

Evaluarea cantitativă a emisiilor de CO₂e s-a realizat prin intermediul programul informatic ARTEMIS – Assessment and Reliability of Transport Emission Models and Inventory Systems (Keller M., Kljun N., 2007).

Pe baza înregistrărilor oficiale furnizate de Direcția Regională de Drumuri și Poduri Iași, traficul aferent drumul DN 24 a fost împărțit în trei sectoare reprezentative (vezi Tabelul 1).

Tabel 1. Intensitatea Medie Zilnică Anuală (Direcția Județeană de Administrare a Drumurilor Județene Iași)

CATEGORIE VEHICULE	SECTOR		
	1	2	3
Biciclete, motociclete	89	42	16
Autoturisme	3010	3634	1838
Microbuze cu maxim 6+1 locuri	110	172	56
Autocamionete și autospeciale < 3.5 tone	379	343	287
Autocamioane și derivate cu 2 axe	167	135	97
Autocamioane și derivate cu 3 sau 4 axe	34	28	16
Autovehicule articulate, remorchere cu trailer, vehicule cu peste 4 axe	255	185	167
Autobuze și autocare	168	155	78
Tractoare cu/fără remorcă, vehicule speciale	8	4	21

Trenuri rutiere	28	23	20
Vehicule cu tracțiune animală	31	20	41

Pentru determinarea cantitativă a emisiilor poluante aferente traficului rutier de pe drumul național DN 28B Târgu Frumos – Botoșani, sunt necesare date specifice referitoare la compoziția traficului (numărul de vehicule și volumul de trafic), condițiile de circulație, distanța parcursă de vehicul între punctul de pornire și cel de oprire a motorului (trip length), temperatura mediului ambiant și condițiile de drum. Aceste emisii variază în funcție de zona geografică (zonă urbană sau rurală), tipul drumului, perioada de timp analizată, vitezele medii, greutatea vehiculelor, precum și de factorii de deteriorare a emisiilor.

Etapele evaluării cantitative a emisiilor poluante sunt următoarele:

- A. determinarea volumului de trafic;
- B. definirea structurii mijloacelor de transport rutier – divizarea vehiculelor în principale categorii, și anume, vehicule grele, vehicule ușoare, autoturisme și motociclete;
- C. definirea structurii tehnologiilor aferente vehiculelor – divizarea vehiculelor în funcție de tipul de combustibil utilizat și de tipul motorului (Fig. 2);
- D. definirea distribuției de vârstă a vehiculelor (Fig. 3);
- E. modelarea flotei de vehicule;
- F. definirea distribuției kilometrajului (mileage) în funcție de vârstă și de categoriile vehiculelor;
- G. definirea duratei de viață a vehiculelor (survival probability);
- H. definirea structurii situațiilor de trafic;
- I. stabilirea sau estimarea distribuției volumului de trafic conform structurii situațiilor de trafic;
- J. calcularea emisiilor poluante (Fig. 4).

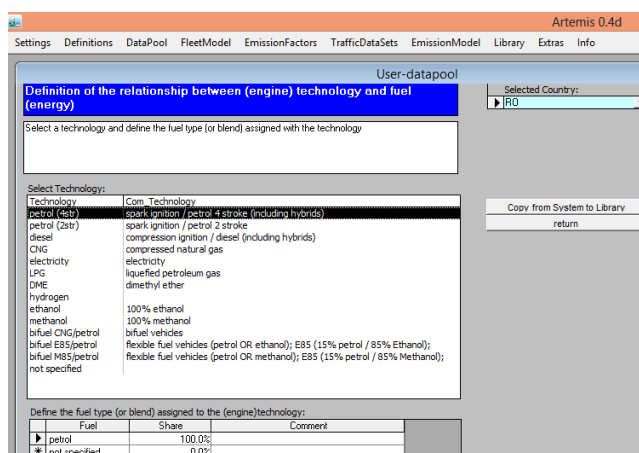


Fig. 2. Definirea structurii tehnologiilor aferente vehiculelor – divizarea vehiculelor în funcție de tipul de combustibil utilizat și de tipul motorului

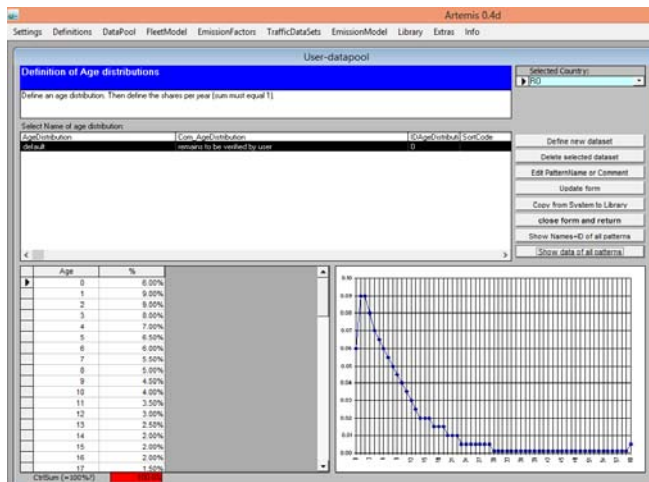


Fig. 3. Definirea distribuției de vârstă a vehiculelor

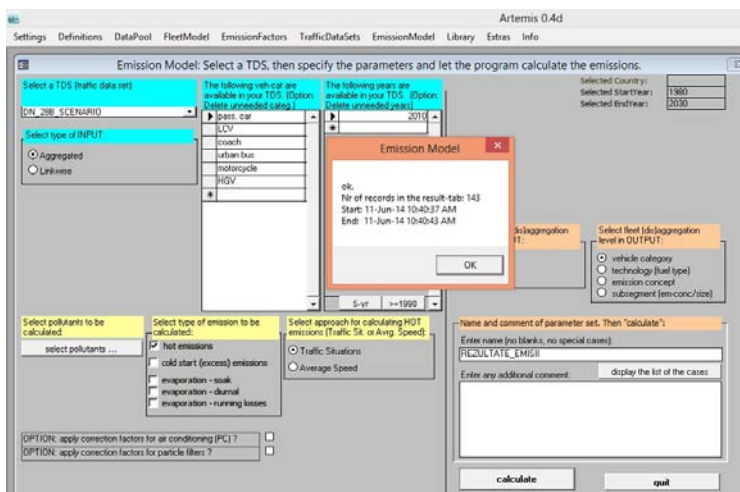


Fig. 4. Calcularea cantităților de emisii poluante

3. REZULTATE CANTITATIVE, CALITATIVE ȘI INTERPRETĂRI

Rezultate finale furnizate de programul ARTEMIS sunt date sub forma unui tabel, existând posibilitatea selectării informațiilor dorite după diferite criterii, și anume anul, tipul poluantului și tipul de vehicul. În cele ce urmează se vor prezenta cantitățile emisiilor de CO₂, FC, HC, NO_x, HC,Pb și SO₂ rezultate prin rularea acestui program pentru drumul național DN 28B (vezi Fig.5).

Results of EmissionModel (Table Aggregate)									
Country ▾	RC ▾	TimeType ▾	TSGrad ▾	Traffic_Scen ▾	TrafficUnit ▾	EmConcAggr ▾			
All	All	All	All	All	All	All			
		Pollutant ▾							
		CO2	FC	HC	NOx	Pb	SO2	Grand Total	
		Sum of Emission	Sum of Emission	Sum of Emission	Sum of Emission	Sum of Emission	Sum of Emission	Sum of Emission	Sum of Emission
VehCat ▾	EmCat ▾								
coach	+	24.85937189	7.948951564	0.007322449	0.176174828		0	3.05767E-05	32.99185131
HGV	+	161.6811551	51.32734737	0.040706236	1.251315689		6.7145E-08	0.00020629	214.3007308
LCV	+	10.70022686	3.396897294	0.003172062	0.025014618		6.61289E-07	2.32486E-05	14.12533474
motorcycle	+	0.106834296	0.03391565	0.001372004	0.000147223		3.378E-08	6.29169E-07	0.142269836
pass. car	+	62.20559525	19.85983804	0.016808213	0.071199293		1.72025E-05	0.000329556	82.15378756
urban bus	+	59.94567376	20.16366444	0.024772913	0.443388128		0	6.48647E-05	80.5775641
Grand Total	+	319.4988572	102.7306144	0.094153877	1.967239778		1.79648E-05	0.000655165	424.2915383

Fig. 5. Emisiile cantitative de CO₂, FC, HC, NO_x, HC,Pb și SO₂ aferente drumului DN 28B

În Fig. 6 se prezintă variația emisiilor poluante în funcție de categoriile de vehicule și de tipul poluantului.

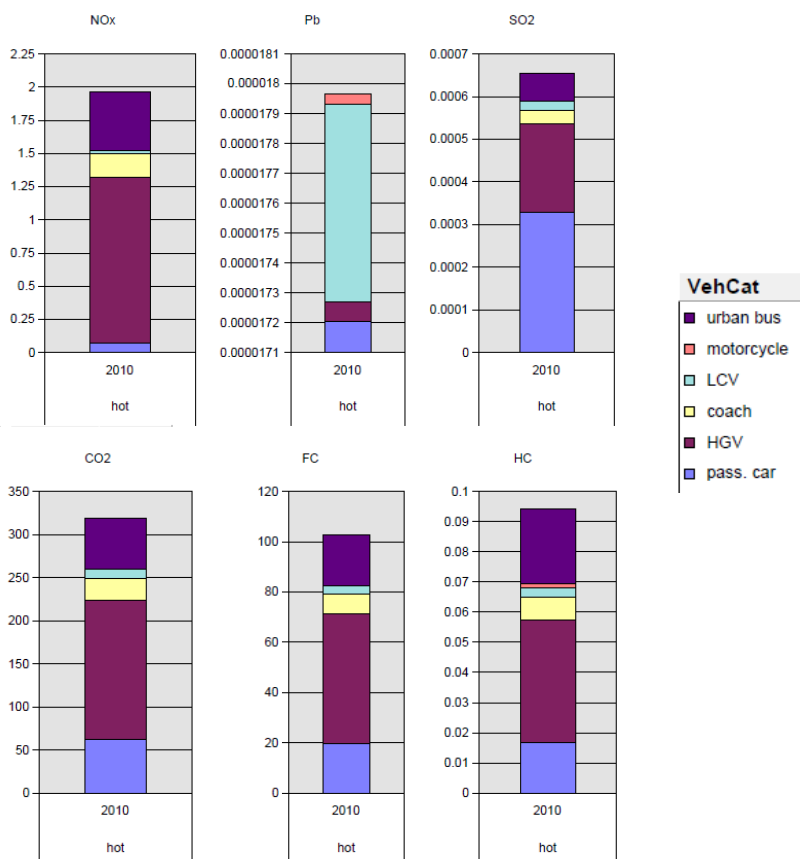


Fig. 6. Variația emisiilor poluante în funcție de categoria vehiculului

4. CONCLUZII ȘI DEZVOLTĂRI ULTERIOARE

Necesitatea acestei lucrări a apărut în contextul creșterii alarmante a emisiilor poluante, sectorul de transporturi contribuind în mod semnificativ la amplificarea încălzirii globale.

Prin rularea programului informatic ARTEMIS s-a estimat cantitatea totală a emisiilor poluante aferente drumului DN 28B, pentru situații de trafic specifice, aceasta fiind egală cu 424.30 g/km. Cea mai mare pondere a noxelor s-a înregistrat pentru dioxidul de carbon, vehiculele grele fiind responsabile de circa 50,54% din cantitatea totală a emisiilor emenate. Vehiculele grele emană de asemenea și cea mai mare cantitate de hidrocarburi și oxizi de azot, acestea reprezentând aproximativ 43,24%, respectiv 63,61% din total. Aceste tipuri de vehicule au și cel mai ridicat consumul de combustibil, cu o pondere de 49,90% din totalul de 102,73 g/km. În schimb, valoarea cea mai ridicată de Pb și dioxid de sulf s-a înregistrat pentru automobile, cu peste 95,76%, respectiv 50,30% din total.

În vederea prevenirii și reducerii impacturilor cauzate de emanarea în atmosferă a acestor emisii, trebuie luate măsuri specifice, și anume sporirea vehiculelor hibrid și flex fuel, utilizarea combustibililor alternativi și eliminarea vehiculelor vechi. Alte măsuri ce pot fi luate sunt reprezentate de măsuri specifice traficului, precum devierea traficului greu din zonele urbane, reducerea congestiei traficului și realizarea perdelelor de vegetație.

Bibliografie

1. Borken, Jens (2003). Assessment of Transport's Impact on Health and Environment for Germany, European Conference of Transport Research Institutes, Brussels, Lang=eng, available at <http://www.ectri.org/YRS03/Session-1/Borken.pdf>, access at 04.03.2014
2. Glasson, John, Therivel, Riki, Chadwick Andrew (2005). Introduction to Environmental Impact Assessment. Third Edition, Routledge Taylor & Francis Group, London and New York, page. 21, Lang=eng, available at http://site.iugaza.edu.ps/sghabayen/files/2013/02/John_Glasson_Riki_Therivel_Andrew_Chadwick_IntBookos.org_.pdf, access at 12.02.2014
3. Gorham, Roger (2002). Air Pollution from Ground Transportation, Division for Sustainable Development, Department of Economic and Social Affairs, United Nations, Lang=eng, available at www.un.org/esa/gite/csd/gorham.pdf, access at 27.03.2014
4. Institute for Local Self-Reliance (1997). Biochemicals for the Automotive Industry, Lang=eng, available at <http://www.epa.ohio.gov/portals/41/p2/biochemicalsautomotiveindustry.pdf>, access at 27.04.2014
5. Kahn, Ribeiro, S., S. Kobayashi, M. Beuthe, J. Gasca, D. Greene, D. S. Lee, Y. Muromachi, P. J. Newton, S. Plotkin, D. Sperling, R. Wit, P. J. Zhou (2007), Transport and its infrastructure. In Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, L.A. Meyer (eds)], Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, page. 336-351, Lang=eng.

6. Keller M., Kljun N. (2007). Assessment and reliability of transport emission models and inventory systems ROAD EMISSION MODEL - Model Description, INFRAS., European Commission, Lang = eng, available at, <http://www.inrets.fr/ur/lte/publi-autresactions/fichesresultats/ficheartemis/artemis.html>, access 15.05.2014
7. Washington State, Department of Transportation (2013). Environmental procedures manual, Environmental Services Office, Engineering And Regional Operations Development Division, page 400-29 - 412-7, Lang=eng, available at <http://www.wsdot.wa.gov/publications/manuals/fulltext/M31-11/epm.pdf>, access at 17.02.2014

Determinarea parametrilor dinamici în laborator

Găină Alexandra Alisa

doctorand, Facultatea de Construcții și Instalații Iași, alisa.gaina@yahoo.com²

Rezumat

Cunoașterea proprietăților mecanice ale unui pământ asociate cu încărcări dinamice reprezintă un aspect extrem de important în dinamica pământului și în ingineria geotehnică seismică. Lucrarea de față prezintă un rezumat privind modurile de determinare a proprietăților dinamice ale pământurilor în laborator, cu scopul de a cunoaște și înțelege modul în care acțiunile dinamice influențează proprietățile terenului de fundare, precum și interdependența dintre aceste proprietăți și metodologia lor de determinare.

Cuvinte cheie: modul de forfecare dinamic, raport de amortizare, metode de laborator.

1. INTRODUCERE

Solicitările dinamice induse în teren variază în funcție de condițiile de încărcare și de caracteristicile fizice și mecanice ale depozitului de pământ. Acestea pot fi cauzate de vibrații ale mediului înconjurător cum ar fi traficul, activitatea industrială, ajungând până la vibrații catastrofale produse de cutremure – figura 1 [1].

Determinarea parametrilor dinamici ai pământului reprezintă un aspect extrem de important în problemele de dinamica pământurilor și inginerie geotehnică seismică prin prisma faptului că înțelegerea caracteristicilor dinamice ale terenului ne ajută să facem predicții asupra comportamentului unui masiv de pământ supus la diferite tipuri de acțiuni. Dacă în regim static proprietățile terenului depind de diferiți parametri de stare cum ar fi greutatea specifică a pământului, indicele porilor, umiditate etc., în regim dinamic proprietățile terenului sunt influențate și de amplitudinea și frecvența cu care este aplicată forța perturbatoare [2].

Necesitatea cunoașterii comportamentului mecanic al terenului solicitat la încărcări ciclice care variază în raport cu timpul joacă un rol foarte important în elucidarea unor aspecte legate de modul în care acțiunile dinamice influențează proprietățile terenului de fundare.

Principalii parametri care caracterizează terenul din punct de vedere dinamic sunt: viteza undelor de forfecare (V_s), modulul de forfecare dinamic (G), raportul de amortizare (D) și coeficientul lui Poisson (ν) [2], [3].

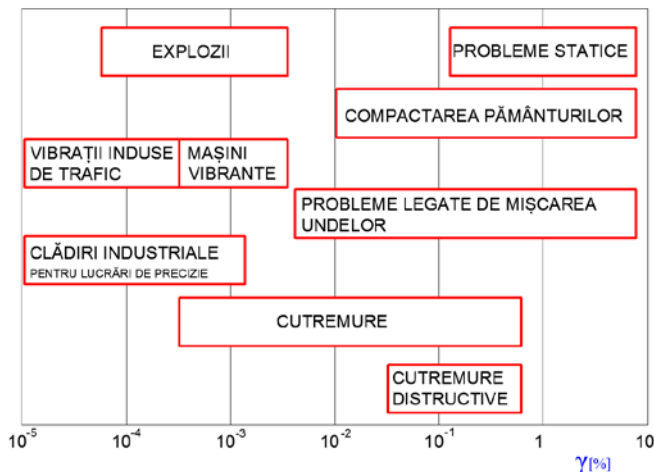


Fig. 1 – Paliere de deformății transversale ale pământului pentru studii de caz [1].

Măsurarea parametrilor dinamici ai terenului, atât la niveluri de deformăție joase cât și înalte, se poate realiza prin diverse metode de investigare „in situ” sau de laborator – figura 2.

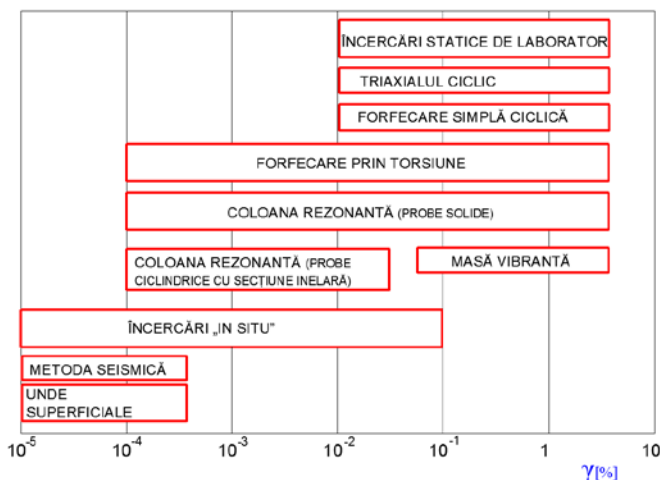


Fig. 2 – Valorile amplitudinii deformăției specifice de forfecare pentru diferite metode de investigare [1]

În lipsa unor astfel de investigații pentru studii de fezabilitate sau analize preliminare pot fi utile rezultatele empirice pentru estimarea parametrilor dinamici

necesari. Aceste modele empirice au fost dezvoltate de-a lungul timpului de către Richard și colab. 1970, Seed și Idriss 1970, Hardin și Drnevich 1972, Zen și colab. 1978, **Geotechnical Engineers Inc (GEI)** 1983, Seed și colab. 1986, Sun și colab. 1988, GeoMatrix 1990, Vaucetș Dobry 1991, **Electric Power Research Institute (EPRI)** 1993, Drendeli și Stokoe 2001, etc. [4].

Lucrarea de față prezintă un rezumat privind posibilitățile de determinare în laborator ale proprietăților pământului supuse la acțiuni dinamice.

2. PARAMETRII DINAMICI AI PĂMÂNTULUI

Un pământ supus la solicitări ciclice duce la formarea unei bucle de histerezis efort unitar – deformație specifică. Această buclă de histerezis poate fi descrisă în două moduri: prin panta liniei ce unește cele două extremități ale buclei și prin parametri care descriu forma sa generală [2], [5].

Modulul de forfecare secant (G_{sec}) este reprezentat de înclinarea axei pentru un nivel de deformație ciclică dat – figura 3 [5].

Amortizarea este adesea definită prin raportul de amortizare (D). Aceasta reprezintă raportul dintre aria buclei și triunghiul format de modulul de forfecare secant și deformația maximă. Altfel spus, factorul de amortizare reprezintă capacitatea unui material supus la solicitări ciclice de a disipa energia indusă de acțiunea dinamică – figura 4 [5].

În analizele de comportare dinamică a pământului, modulul de forfecare inițial sau maxim al terenului G_0 constituie un parametru de intrare fundamental. La deformații mici, modulul de forfecare depinde de viteza undelor de forfecare V_s și este calculat cu relația [6]:

$$G_0 = \rho \cdot V_s^2 \quad (1)$$

unde: ρ – densitatea specifică [g/cm^3].

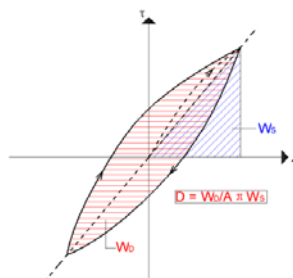
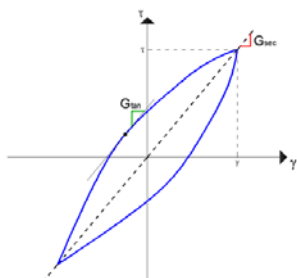


Fig. 3 – Un singur ciclu de încărcare [7] Fig. 4 – Definirea raportului de amortizare [7]

Funcție de valoarea deformației specifice la lunecare γ , pot fi definite trei câmpuri de deformații: câmp de deformații mici; câmp de deformații medii; câmp de deformații înalte – figura 5.

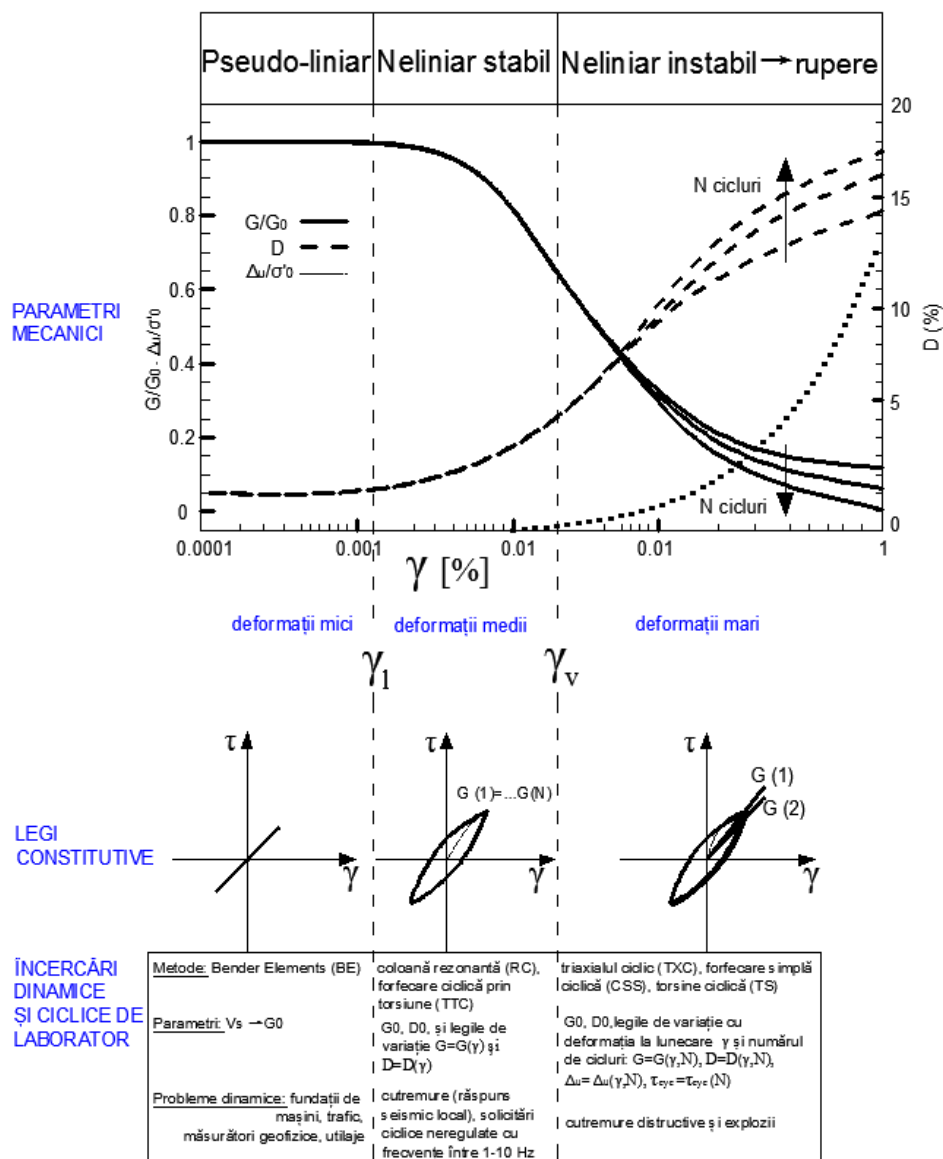


Fig. 5 – Domenii de comportament [8]

3. METODE DE DETERMINARE A MODULULUI DE FORFECARE (G) ȘI FACTORUL DE AMORTIZARE (D) ÎN LABORATOR

Prin tehnicile de teren se poate determina răspunsul dinamic al pământului sau a interacțiunii pământ-structură la amplitudini mici ale mișcării (cutremure, vibrații ale mașinilor, explozii etc). Spre deosebire de acestea, metodele de laborator sunt utile în cazul cunoașterii comportamentului pământului la amplitudini ale deformației mai mari, lucru care nu poate fi realizat întotdeauna „in situ” [9].

În funcție de modalitatea de măsurare a răspunsului terenului, încercările de laborator se disting în:

- *încercări ciclice*, la care forțele de inerție induse în probe sunt neglijabile și răspunsul terenului în termeni de tensiuni și deformații este măsurat direct prin instrumente adecvate; în acest grup se încadrează metoda compresiunii ciclice triaxiale, metoda forfecării simple ciclice, metoda forfecării ciclice prin torsiune;
- *încercări dinamice*, la care forțele de inerție nu sunt neglijabile și răspunsul terenului la încărcările aplicate este evaluat indirect prin teoria de propagare a undelor elastice, ca de exemplu Bender elements și coloana rezonantă [3].

3.1. Metoda forfecării simple ciclice

Metoda forfecării simple ciclice simulează cel mai bine starea de tensiuni prezente în teren în condiții seismice – figura 6.

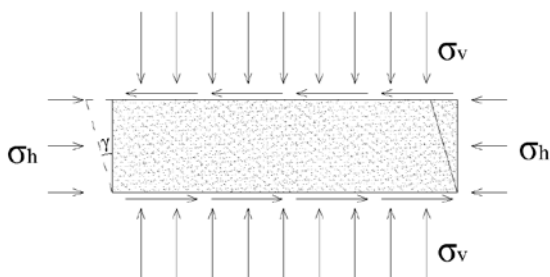


Fig. 6 – Schema eforturilor unitare la forfecare simplă [9]

Metoda constă în aplicarea, pe o probă de pământ cilindrică sau prismatică cu secțiune pătrată și înălțime limitată, în prealabil saturată și consolidată, unui efort unitar de forfecare ciclică la partea superioară sau inferioară, măsurând răspunsul probei la solicitarea aplicată [10].

3.2. Metoda coloanei rezonante

Încercarea pe coloana rezonantă este încercarea dinamică de laborator cel mai des utilizată în practica inginerescă pentru măsurarea parametrilor dinamici ai terenului la deformări mici spre medii [11].

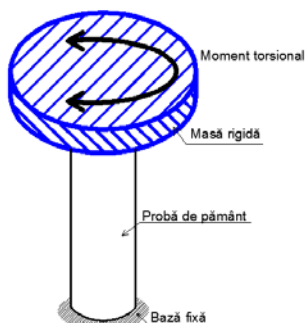


Fig. 7 – Modelul dinamic de referință – coloană rezonantă [4]

Metoda constă în aplicarea, pe o probă cilindrică fixată la bază și liberă la partea superioară, saturată și consolidată în prealabil, unei încărcări ciclice de amplitudine prestabilită, variind frecvența cu scopul de a găsi frecvența de rezonanță relativă al primului mod de vibrație [10].

3.3. Metoda compresiunii ciclice triaxiale

Metoda triaxialului ciclic se utilizează pentru determinarea caracteristicilor dinamice ale terenului de fundare corespunzătoare deformărilor specifice situate în domeniul $10^{-3} - 10^{-1}$ (se acoperă spectrul deformărilor ce apar în timpul marilor cutremure) [12], [9].

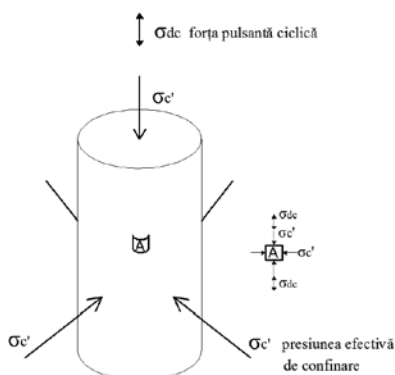


Fig. 8 – Condiții de încărcare la compresiune triaxială ciclică [4]

Încercarea constă în aplicarea pe o probă de pământ cilindrică, în prealabil saturată și consolidată, a unei încărcări dinamice și ciclice, măsurând răspunsul probei la solicitarea aplicată. Se pot obține înregistrări grafice ale presiunii apei din pori, ale solicitării verticale și ale deformației verticale în funcție de numărul de cicluri [9].

3.4. Metoda forfecării torsionale ciclice

Metoda de forfecare torsională ciclică se utilizează pentru determinarea modului de forfecare G și a raportului de amortizare D pentru domenii de deformație medii și mari ($\gamma > 10^{-3}$). Principiul de funcționare este analog cu cel al coloanei rezonante, dar în loc de efectuarea încercării în condiții de rezonanță se măsoară deformația produsă de un moment de torsiune ciclic armonic, de frecvență prestabilită și crescând treptat amplitudinea [10].

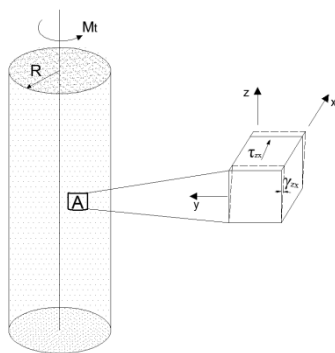


Fig.9 – Schema deformațiilor la forfecare la o probă cilindrică [10]

Încercarea se face aplicând, pe o probă de pământ cilindrică plină sau inelară, fixată la bază și liberă la partea superioară, saturată și consolidată în prealabil, un moment de torsiune ciclic de frecvență prefixată, măsurând deformația pentru diferite valori ale solicitării [12].

3.5. Metode pe bază de puls ultrasonic

La această metodă unda elastică vine generată de un traductor piezoelectric amplasat la o extremitate a probei și este receptată la cealaltă extremitate de un traductor asemănător. Măsurând distanța între doi traductori L și timpul necesar undei elastice pentru a se deplasa această distanță t este posibilă determinarea vitezei de propagare a undei de forfecare V_s cu relația 2 (figura 10) [10]:

$$V_s = L / t \quad (2)$$

Cunoscând viteza de propagare a undelor și densitatea mediului ρ se poate determina modulul de forfecare inițial G_0 cu relația (1).

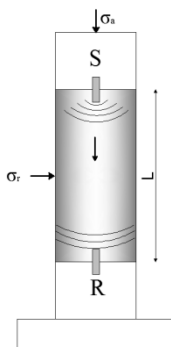


Fig. 10 – Modelul dinamic de referință – Bender Elements [10]

4. CONCLUZII

Lucrarea prezintă succint principalele metode și aparaturi de determinare a proprietăților și caracteristicilor dinamice ale pământului acționate de sarcini dinamice.

Conform dotării actuale cu aparatură pe domeniul dinamic și a rezultatelor cercetărilor obținute în țară și în străinătate, în lucrare sunt precizați parametrii dinamici care definesc anumite paliere de deformabilitate și care au putut fi obținuți prin încercări de laborator.

Variația caracteristicilor dinamice, fizice și mecanice ale pământului este puternic influențată de două elemente principale de definire a acțiunii dinamice: amplitudinea și frecvența. Prin perfecționarea aparaturii de laborator se urmărește evidențierea caracteristicilor dinamice ale pământului luând în considerare acești factori definitorii pentru domeniul dinamic.

Pentru o mai bună înțelegere a comportamentului dinamic al terenului sunt necesare cercetări viitoare privind influența acțiunii dinamice asupra parametrilor fizici și mecanici ai terenului, precum și investigații practice în laborator.

Bibliografie

1. Carrubba P., Maugeri M. *Determinazione delle proprietà dinamiche di un'argilla mediante prove di colonna risonante*. Padova: Rivista Italiana di Geotecnica, pp. 101-113, 1988.
2. Kumar S.S., Krishana A.M., Dey A. *Parameters Influencing Dynamic Soil Properties: A review Treatise*. National Conference on Recent Advances in Civil Engineering, 2013.
3. Castelli F., Lentini V., Rizzitano S. *Caratterizzazione dinamica dei terreni nell'area di Enna*. Perigia: Incontro Annuale Ricercatori di Geotecnica, 2013.
4. Pisco C., Zambelli C. *Cyclic and dynamic mechanical behaviour of granular soils: experimental evidence and constitutive modelling*. RFGC.-7/2003, Geodynamics and Cyclic Modelling, pp881-910, 2003.

5. Luna R., Jadi H. *Determination of dynamic soil properties using geophysical methods*. Proceedings of the First International Conference on the Application of Geophysical and NDT Methodologies to Transportation Facilities and Infrastructure, 2000.
6. Lanzo G. *Modulo di taglio iniziale di alcuni terreni naturali da prove in situ ed in laboratorio*. Roma: Dipartimento di Ingegneria Strutturale e Geotecnica, 1996.
7. Kramer S. *Geotechnical earthquake engineering*. New Jersey: Prentice Hall, 1996.
8. Simonelli A.L., Mancuso C. *Prove dinamiche in sito per la misura delle proprietà meccaniche dei terreni*. Note de curs, 1998.
9. Cosmulescu P.M. *Contribuții la determinarea unor proprietăți fizico-mecanice ale pământurilor acționate de sarcini dinamice*. Teză de doctorat, Institutul Politehnic „Gh. Asachi” Iași, Facultatea de Construcții, 1988.
10. Madiati C. *Ingegneria Geotecnica Sismica*. Note de curs, Università degli Studi di Firenze, 2013.
11. Çabalar A.F. *Dynamic Properties of Various Plasticity Clays*. EJGE, 2009.
12. Nicuță A. *Contribuții cu privire la comportarea pământurilor în regim dinamic*. Teză de doctorat, Institutul Politehnic Iași, Facultatea de Construcții și Arhitectură, 1994.

Timpii specifici procesului evacuării umane în cazul incendiilor din clădiri - metoda bazată pe performanță

Grigoraș Zeno-Cosmin,

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

Rezumat:

Cel mai important obiectiv al securității la incendiu în clădiri este realizarea evacuării în siguranță a ocupanților ei. Incendiile reale confirmă faptul că reglementările tehnice specifice cu caracter prescriptiv, actuale atât pe plan național cât și internațional, nu valorifică suficient posibilitățile de evacuare în siguranță a ocupanților unei clădiri aflate în situația de incendiu.

Lucrarea prezintă timpii specifici procesului de evacuare umană în cazul metodei bazată pe performanță, specifică abordării ingineresti a securității la incendiu, abordare invocată în multe țări ale lumii precum Anglia, SUA, Finlanda, Australia, Noua Zeelandă etc.

Cuvinte cheie: ingineria securității la incendiu, evacuare umană, criterii de suportabilitate, metoda bazată pe performanță, ASET, RSET

1. INTRODUCERE

Incendiile, aproximativ 75000 anual, produc victime omenești (decese - de ordinul zecilor de mii și răniri - de ordinul sutelor de mii) iar pierderile materiale sunt mai mari decât în cazul oricărei alte calamități naturale. Numărul persoanelor care prezintă leziuni în urma unui incendiu este mult mai mare decât cel al persoanelor decedate (leziunile sunt efectele incendiilor care necesită asistarea medicală și/sau tratamentul persoanelor implicate). În multe cazuri, persoanele rănite necesită spitalizare, crescând efectele și costurile incendiilor [1].

Evacuarea în siguranță a persoanelor din clădiri implică aprofundarea mai multor domenii de cunoaștere științifică și tehnică: arhitectura, ingineria construcțiilor, psiho-sociologia deplasării grupurilor umane, managementul situațiilor de urgență etc.

Pentru proiectarea clădirilor, securitatea la incendiu reprezintă a doua cerință esențială conform legislației europene [2] cât și celei românești [3].

Evacuarea umană în situații de incendiu cunoaște două metode de calcul:

- metoda prescriptivă care operează cu lungimea maximă a căilor de evacuare, timpul de evacuare admis și numărul fluxurilor de evacuare [4];
- metoda bazată pe performanță care operează cu timpii specifici procesului evacuării umane. Această metodă stabilește dacă timpul evacuării ocupanților unei clădiri este mai mic decât timpul necesar depășirii condițiilor de suportabilitate, pe căile de evacuare, care pun în pericol siguranța umană [5-7].

Începând cu secolul trecut, mulți specialiști din domeniu au efectuat cercetări ample având ca scop principal analiza deplasării persoanelor prin coridoare, scări și uși. În a doua jumătate a secolului trecut, interpretarea securității la incendiu a clădirilor s-a schimbat dintr-o abordare tehnică (specifică ingineriei) într-o abordare a comportamentului uman (specifică studiilor interdisciplinare) [8].

2. METODA BAZATĂ PE PERFORMANȚĂ

Metoda bazată pe performanță utilizează comparația dintre timpul necesar depășirii condițiilor de suportabilitate umană pe căile de evacuare, ASET (eng. Available Safe Escape Time), și timpul necesar ocupanților unei clădiri pentru a se deplasa într-o zonă sigură, RSET (eng. Required Safe Escape Time) [5-7].

Diferența dintre acești timpi reprezintă o marjă de siguranță, Δt_{sig} , (figura 1) [5,6]:

$$\Delta t_{sig} = ASET - RSET \quad (1)$$

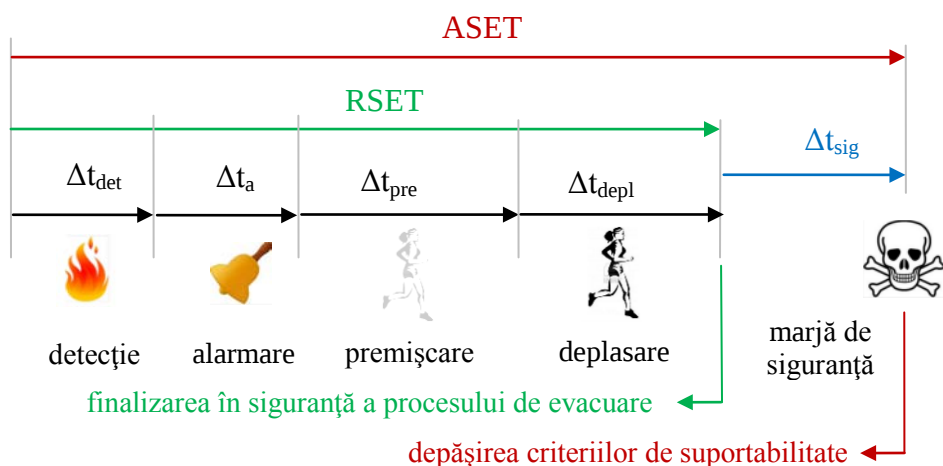


Fig. 1. Timpii specifici procesului evacuării umane în cazul incendiilor din clădiri

Această metodă este adecvată utilizării în cazul clădirilor cu caracter de unicatitate (în special datorită geometriei complexe, a numărului de ocupanți, a categoriei de importanță, etc.) deoarece metoda prescriptivă este destinată clădirilor de tip curent.

3. CONDIȚII DE SUPORTABILITATE

Principalul obiectiv al securității la incendiu al unei clădiri îl reprezintă posibilitatea deplasării ocupanților într-o zonă sigură înainte ca pe căile de evacuare să se depășească condițiile de suportabilitate umană care pun în pericol viața persoanelor. Condițiile de suportabilitate sunt influențate de (figura 2):

- toxicitatea gazelor (incapacitatea persoanelor datorită pierderii cunoștinței sau deces, afecțiuni ale sistemului respirator, etc.) [9];
- reducerea vizibilității (blocarea căilor de evacuare și reducerea vitezelor de deplasare) [9];
- transferul căldurii prin convecție și radiație (incapacitatea persoanelor datorită durerii resimțite la nivelul pielii, pierderii cunoștinței, instalarea hipertermiei, arsuri ale sistemului respirator și la nivelul pielii) [9].

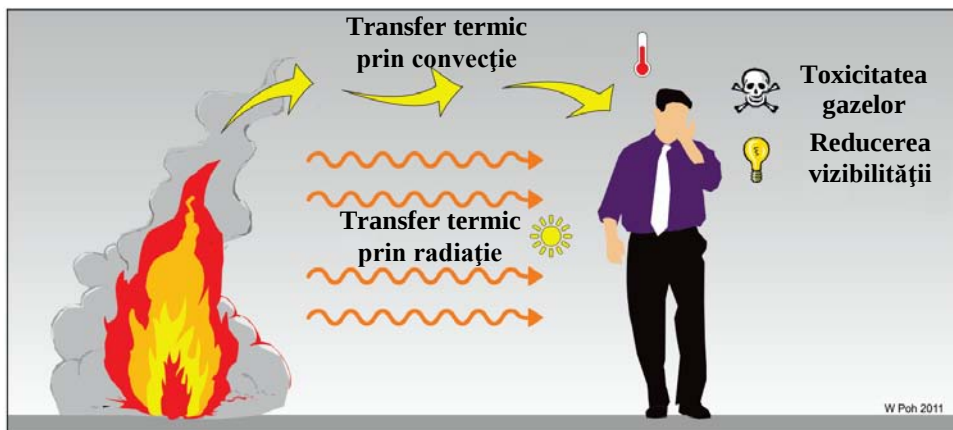


Fig. 2. Efectele ale unui incendiu asupra persoanelor [9]

Literatura de specialitate [9] precizează că la o înălțime de 2 m față de nivelul pardoselii condițiile de suportabilitate umană, în cazul expunerii directe la fum, sunt (figura 3) (Tabel 1):

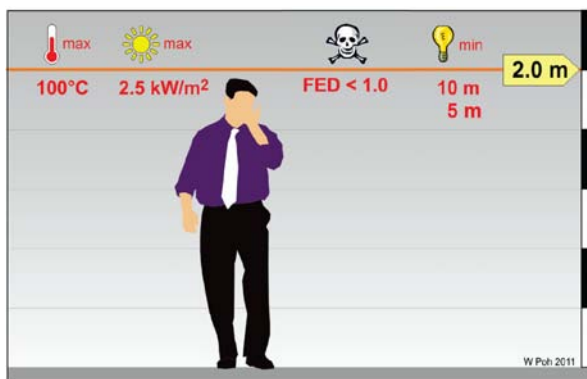


Fig. 3. Condițiile de suportabilitate pentru persoanele aflate în situații de incendiu în cazul expunerii directe la fum [9]

Tabel 1. Condițiile de suportabilitate pentru persoanele aflate în situații de incendiu în cazul expunerii directe la fum

Parametri	Valoare admisă
Temperatură maximă a aerului	100 [°C]
Flux termic radiant maxim	2,5 [kW/m ²]
FED ¹	0,3 [-] ² sau 1[-] ³
Vizibilitate minimă prin stratul de fum	5 [m] ⁴ sau 10 [m] ⁵

Note:

¹ – parametru care cuantifică nivelul de toxicitate al gazelor (eng. Fractional Effective Doze); ² - în cazul copiilor; ³ - în cazul adulților; ⁴ - în cazul încăperilor mici; ⁵ - în cazul încăperilor mari;

În cazul în care persoanele nu sunt expuse direct la fum (stratul de fum se află la o înălțime de cel puțin 2 m față de nivelul pardoselii) se consideră doar [9] fluxul termic radiant maxim de 2,5 kW/m² (figura 4).

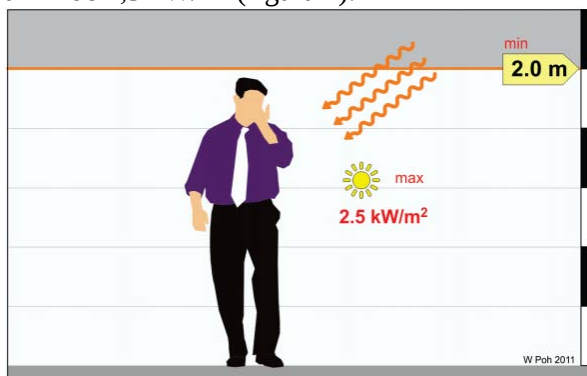


Fig. 4. Condiția de suportabilitate pentru persoanele aflate în situații de incendiu fără expunere direct la fum [9]

4. ASET

Timpul ASET este măsurat din momentul inițierii incendiului și până în momentul depășirii condițiilor de suportabilitate umană pe căile de evacuare [5-7].

Pentru determinarea timpului ASET se recomandă simularea numerică a incendiilor folosind programe de calcul performante specializate în domeniul securității la incendiu.

5. RSET

Timpul RSET este măsurat din momentul inițierii incendiului și până în momentul când toți ocupanții clădirii se deplasează într-o zonă sigură [5-7].

Acest timp este influențat de caracteristicile fizice și comportamentale ale ocupanților clădiri incendiate.

RSET este constituit din 4 timpi specifici procesului de evacuare umană [5,6]:

$$RSET = \Delta t_{det} + \Delta t_a + \Delta t_{pre} + \Delta t_{depl} \quad (2)$$

unde:

Δt_{det} – timpul de detecție;

Δt_a – timpul de alarmare;

Δt_{pre} – timpul de premisăcare;

Δt_{depl} – timpul de deplasare.

5.1. Timpul de detecție

Timpul de detecție al incendiului Δt_{det} este măsurat din momentul inițierii incendiului și până în momentul detecției acestuia. În această perioadă de timp ocupanții își continuă activitățile inițiale (studiază, lucrează, se relaxează etc.) [5-7]. Detecția incendiului poate fi realizată de către un sistem automat de detecție sau de către ocupanții unei clădiri.

5.2. Timpul de alarmare

Timpul de alarmare, Δt_a , este măsurat din momentul detecției incendiului și până în momentul alertei generale a tuturor ocupanților [5-7].

5.3. Timpul de pre-mișcare

Timpul de pre-mișcare Δt_{pre} este măsurat din momentul declanșării alarmei generale și până în momentul în care toți ocupanții unei clădiri se îndreaptă spre căile de evacuare [5-7].

Acest timp este influențat de:

- caracteristicile incendiului: viteza de dezvoltare, nivelul de toxicitate al gazelor, căldura transmisă (prin radiație, convecție și conducție), fumul-funinginea emanate etc. [1,8];
- caracteristicile ocupanților: vârstă, educație, experiență, putere de observație, condiție fizică, capacități mentale și fizice, apartenența la un grup, rolul și/sau responsabilitatea în cadrul unui grup, interacțiunea dintre persoane, nivelul de familiaritate cu mediul înconjurător, starea dată de consumul de droguri sau alcool, poziția fizică – în mișcare sau în repaus, etc. [1,8];
- caracteristicile clădirii: geometria clădirii și instalațiile aferente [1,8].

Din punctul de vedere al comportamentului uman, timpul de pre-mișcare cunoaște două componente [5,6]:

$$\Delta t_{pre} = \Delta t_{reac} + \Delta t_{ras} \quad (3)$$

unde:

Δt_{reac} – timpul de reacție măsurat din momentul declanșării alarmei generale și până în momentul în care prima persoană reacționează. În această perioadă de timp ocupanții unei clădiri își continuă activitățile defășurate înaintea alarmei generale (studiază, lucrează, se relaxează, etc.) [5,6].

Δt_{ras} – timpul de răspuns măsurat din momentul în care prima persoană reacționează și până în momentul în care ultima persoană se îndreaptă spre căile de evacuare. În această perioadă de timp ocupanții unei clădiri își adună bunurile personale, se grupează cu persoanele apropiate, caută căi pentru evacuare, alertează alte persoane, încearcă să stingă incendiul sau pot fi pasivi.

Timpul de pre-mișcare mai poate fi exprimat astfel [5,6]:

$$\Delta t_{pre} = \Delta t_{pre(1\%)} + \Delta t_{pre(99\%)} \quad (4)$$

$\Delta t_{pre(1\%)}$ – timpul măsurat din momentul declanșării alarmei generale și până în momentul în care primele persoane reacționează [5,6];

$\Delta t_{pre(99\%)}$ – timpul măsurat din momentul în care primele persoane reacționează și până în momentul în care ultimele persoane se îndreaptă spre căile de evacuare [5,6];

Literatura de specialitate definește trei niveluri de alarmare (Tabel 2) corespunzătoare clădirilor:

Tabel 2. Nivelurile de alarmare corespunzătoare clădirilor [5,6]

Nivel	Descriere	Timp de alarmare
A1	Clădirea este dotată cu sistem automat de detecție a incendiului. Odată ce incendiul a fost detectat, sistemul declanșează automat alarma generală în întreaga clădire.	aproximativ 0 sec.
A2	Clădirea este dotată cu sistem semiautomat de detecție a incendiului. Odată ce incendiul a fost detectat, alarma generală este declanșată manual de către personalul calificat.	2-5 min.
A3	Clădirea nu este dotată cu sistem automat de detecție al incendiului. Detecția incendiului și alarmarea se face manual de către utilizatorii clădirii.	lung și imprevizibil

În funcție de complexitatea geometriei clădirilor sunt definite trei niveluri ale acestora (Tabel 3):

Tabel 3. Nivelurile de clădiri în funcție de geometria acestora [5,6]

Nivel	Descriere	Exemplu
B1	Clădire cu geometrie simplă (rectangulară), cu un singur nivel și cu puține încăperi având un plan simplu ce asigură o vizibilitate bună persoanelor.	Supermarket
B2	Clădire cu geometrie simplă (rectangulară) cu mai multe niveluri.	Bloc de locuințe, spații de birouri
B3	Clădire cu geometrie complexă și mai multe niveluri. Care se caracterizează prin dificultatea de orientare a utilizatorilor noi.	Clădiri cu caracter de unicatitate

Literatura de specialitate definește trei niveluri de management al clădirilor (Tabel 4) corespunzătoare prevenirii și stingerii incendiilor:

Tabel 4. Nivelurile de management al clădirilor [5,6]

Nivel	Descriere	Exemplu
M1	Ocupanții clădirii au cunoștințe ridicate în domeniul prevenirii și stingerii incendiilor iar clădirea este dotată corespunzător. Acest nivel implică, de obicei, clădiri cu geometrii simple.	Corespunzător nivelurilor A1, B1 și B2
M2	Ocupanții clădirii au cunoștințe medii în domeniul prevenirii și stingerii incendiilor iar clădirea este dotată corespunzător.	Corespunzător nivelurilor A2, B2 și B3
M3	Clădire uzuale cu dotări minime privind prevenirea și stingerea incendiilor.	Corespunzător nivelurilor A3 și B3

Literatura de specialitate sugerează timpii de premişcare estimativi (Tabel 5) pentru diverse scenarii de incendiu:

Tabel 5. Timpii de premişcare estimativi pentru categoriile de clădiri [5,6]

Categorii de clădiri pentru diverse scenarii de incendiu	$\Delta t_{pre} (1\%)$ [min]	$\Delta t_{pre} (99\%)$ [min]
A: persoane treze și familiarizate cu clădirea *clădiri cu densitate mică de persoane având una sau mai multe încăperi (clădiri de birouri sau clădiri industriale)		
M1 B1-B2 A1-A2	0,5	1
M2 B1-B2 A1-A2	1	2
M3 B1-B2 A1-A3	>15	>15
Pentru nivelul B3 se adaugă 0,5 min.		
B: persoane treze și nefamiliarizate cu clădirea *clădiri cu densitate mare de persoane având una sau puține încăperi (magazine, restaurante, spații pentru circulație) *clădiri cu densitate mare de persoane având o încăpere principală (cinematografe, teatre)		
M1 B1 A1-A2	0,5	2
M2 B1 A1-A2	1	3
M3 B1 A1-A3	>15	>15
Pentru nivelul B2 se adaugă 0,5 min. Pentru nivelul B3 se adaugă 1,5 min.		
Ci: persoane dormind și familiarizate cu clădirea *clădiri cu densitate mică de persoane având puține încăperi (locuințe individuale sau comune)		
M2 B1 A1	5	5
M3 B1 A3	10	>20
Pentru un bloc de locuințe se presupune 1 oră		
Cii: (clădiri aflate în reparație)		
M1 B2 A1-A2	10	20
M2 B2 A1-A2	15	25
M3 B2 A1-A3	>20	>20
Ciii: persoane dormind și nefamiliarizate cu clădirea *clădiri cu densitate mică de persoane având multe încăperi (hoteluri, pensiuni, cămine)		
M1 B2 A1-A2	15	15
M2 B2 A1-A2	20	20
M3 B2 A1-A3	>20	>20
Pentru nivelul B3 se adaugă 1 min.		
D (clădiri destinate activităților medicale): persoane treze și nefamiliarizate cu clădirea *clădiri cu densitate mică de persoane având multe încăperi (centre medicale de zi, clinici medicale)		

Categorii de clădiri pentru diverse scenarii de incendiu	$\Delta t_{pre} (1\%)$ [min]	$\Delta t_{pre} (99\%)$ [min]
M1 B1 A1-A2	0,5	2
M2 B1 A1-A2	1	3
M3 B1 A1-A3	>15	>15
D (clădiri destinate activităților medicale): persoane dormind și nefamiliarizate cu clădirea *clădiri cu densitate mică de persoane având multe încăperi (spitale, sanatorii)		
M1 B2 A1-A2	5	10
M2 B2 A1-A2	10	20
M3 B2 A1-A3	>10	>20
Pentru nivelul B3 se adaugă 1.0 min		
E (clădiri destinate transporturilor): persoane treze și nefamiliarizate cu clădirea *clădiri cu densitate mare de persoane având multe încăperi (gări, autogări, aeroporturi)		
M1 B3 A1-A2	1,5	4
M2 B3 A1-A2	2	5
M3 B3 A1-A3	>15	>15

5.4. Timpul de deplasare

Timpul de deplasare Δt_{depl} este măsurat din momentul în care ocupanții se îndreaptă către căile de evacuare și până în momentul în care aceștia ajung într-o zonă sigură (în general în exteriorul clădirii) [5,6].

Acest timp este influențat de numărul și geometria (lungimea, lățimea și înclinația) căilor de evacuare, caracteristicile persoanelor și condițiile de pe căile de evacuare (vizibilitatea, temperatura, fluxul termic radiant, nivelul de toxicitate al gazelor).

Viteza de deplasare în plan orizontal în condiții normale a persoanelor fără dizabilități poate fi considerată următoarea (Tabel 5):

Tabel 5. Vitezele de deplasare în plan orizontal în condiții normale pentru diverse categorii de persoane fără dizabilități [11]

Categorie de persoane	Viteză de deplasare plan orizontal [m/s]
Adulți	0,95-1,55
Bărbați	1,15-1,55
Femei	0,95-1,35
Copii	0,60-1,20
Bătrâni	0,50-1,10

6. CONCLUZII

Incendiile reale confirmă faptul că reglementările tehnice specifice cu caracter prescriptiv, actuale atât pe plan național cât și internațional, nu valorifică suficient posibilitățile de evacuare în siguranță a ocupanților unei clădiri aflate în situația de incendiu.

Rezultate cu un înalt grad de credibilitate pot fi obținute folosind simulări numerice ale incendiilor și ale procesului evacuării umane plecând de la timpii precizați de metoda bazată pe performanță.

Bibliografie

- [1]. D. Diaconu-Șotropa, Bazele securității la incendiu în construcții Suport de curs pentru anul universitar 2013-2014, <http://www.ce.tuiasi.ro/~ddiaconu/> (ultima accesare: 12.05.2014) Facultatea de Construcții și Instalații din Iași, România.
- [2]. ***, Directiva europeană 89/106/CEE.
- [3]. ***, Legea nr.10 din 18/01/1995 privind calitatea în construcții, cu modificările ulterioare, Monitorul Oficial nr. 12 din 24 ianuarie 1995, București, România.
- [4]. ***, Normativ de siguranță la foc a construcțiilor P 118-99, Institutul de Proiectare, Cercetare și Tehnică de Cămin în Construcții IPCT SA, București, România, 1999
- [5]. ***, European Guideline CFPA-E No 19:2009 Fire Safety engineering concerning evacuation from buildings, CFPA Europe, Stockholm, Sweden, 2009.
- [6]. ***, The application of fire safety engineering principles to fire safety design of buildings – Part 6: Human factors: Life safety strategies – Occupant evacuation, behavior and condition (Sub-system 6) PD 7974-6:2004, BSI, July 2014, United Kingdom.
- [7]. D. Purser, ASET and RSET: addressing some issues in relation to occupant behavior and tenability, Proceedings of the 7th International Symposium on Fire Safety Science 2002 (pp 91-102), Worcester Polytechnic Institute. 16-21 June 2002, Worcester, United Kingdom
- [8]. M. Kobes, I. Helsloot, B. Vries, J. Post, Building safety and human behavior in fire: A literature review, Fire Safety Journal 45, 1–11, 2010, Elsevier, Netherlands.
- [9]. W. Poh, Tenability criteria for design of smoke hazard management systems, eColibriUM, August 2011.
- [10]. G. Forney, Smokeview (Version 6.1.5): A Tool for Visualizing Fire Dynamics Simulator Data, Volume I: User's Guide, NIST Special Publication 1017-1, August 2013, Gaithersburg, Maryland, United States of America.
- [11]. T. Korhonen, S. Hostikka, Fire Dynamics Simulator with Evacuation: FDS+EVAC, Technical Reference and User's Guide, VTT Technical Research Centre of Finland, Otaniemi, Espoo, Finland, April 2009.

Studiul variației temperaturii panourilor fotovoltaice în diverse condiții de însorire

Hudișteanu Sebastian Valeriu

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

Rezumat

În această lucrare se prezintă un studiu numeric al variației temperaturii de operare al panourilor fotovoltaice în diverse condiții de însorire. Eficiența de conversie a celulelor fotovoltaice scade pentru valori mari ale temperaturii, aceasta fiind dependentă de radiația solară. Pentru îndepărtarea acestui inconvenient se prezintă o posibilitate de reducere a temperaturii, prin amplasarea unui disipator de căldură static în zona posterioară a panoului fotovoltaic. Simularea numerică este realizată cu ajutorul soft-ului ANSYS-Fluent, rezultatele obținute reprezentând temperaturile medii de operare ale panoului. În modelul realizat se consideră amplasarea ansamblului panou fotovoltaic – disipator integrat într-o fațadă ventilată, pe partea exterioară a acesteia.

Cuvinte cheie: panou fotovoltaic, radiație solară, simulare numerică, eficiența de conversie

1. INTRODUCERE

Efectul fotoelectric a fost observat prima dată în 1839 de către Edmond Becquerel, un fizician din Franța. În cursul anului 1876 Adams și Day au observat efectul fotovoltaic în seleniu solid. Celula solară modernă a fost descoperită în 1954. Cercetătorii de la Bell Labs, Pearson, Chapin, Fuller, au raportat descoperirea de celule din siliciu cu eficiență de 4,5%, aceasta fiind ridicată la 6% câteva luni mai târziu [1].

Celulele fotovoltaice pot fi realizate din mai multe materiale semiconductoare; peste 95% din celulele solare sunt realizate din siliciu (Si), care este al doilea element chimic ca răspândire în scoarța terestră, reprezentând cca. 25% din aceasta, deci disponibil în cantități suficiente și ieftin. În plus, procesele de prelucrare a acestui material nu sunt agresive pentru mediul ambiant.

Când fotonii din radiația luminoasă lovesc o celulă fotovoltaică, ei pot fi reflectați, pot trece mai departe sau pot fi absorbiți. Doar fotonii absorbiți conțin energia necesară pentru a produce energie electrică. Când este absorbită destulă energie

solară de materialul semiconductor, electronii sunt dislocați din atomii materialului. Un tratament special al suprafeței în timpul producerii face suprafața frontală a celulei mai receptivă la electronii liberi, astfel încât electronii migrează spre suprafață.

Energia solară captată de panourile fotovoltaice neconvertită în energie electrică, circa 80%, este transformată în căldură.

Performanțele panourilor fotovoltaice sunt dependente de temperatură [2]. Există studii referitoare la dependența randamentului de conversie în funcție de temperatura celulei [3]. Efectul temperaturii asupra caracteristicii curent-tensiune a celulei fotovoltaice este prezentat în figura 1. Astfel, atunci când are loc o creștere a temperaturii, scade și eficiența de conversie a energiei radiației solare în energie electrică [4]. Se poate considera, ca valoare orientativă, o reducere a eficienței panourilor fotovoltaice cu 0,3 ...0,5%, pentru fiecare grad de creștere a temperaturii.

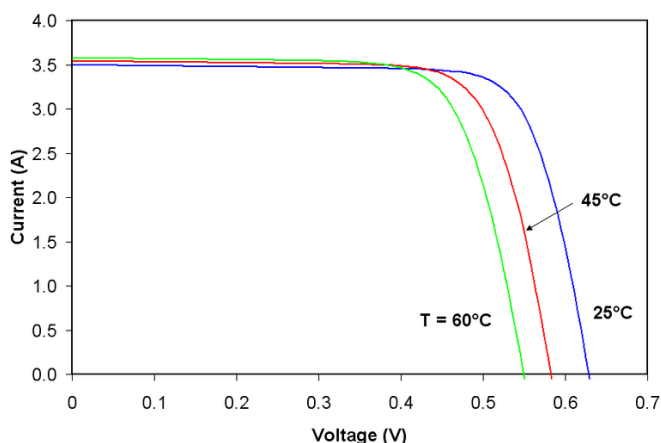


Fig. 1 Efectul temperaturii asupra caracteristicii curent-tensiune a celulei fotovoltaice [http://en.wikipedia.org/wiki/File:I-V_Curve_T.png]

În literatură există studii referitoare la temperatura atinsă de panourile fotovoltaice în perioada de funcționare la capacitate maximă [4]. Astfel, s-a observat că temperatura acestora poate atinge valori de până la 80°C pentru panourile fotovoltaice amplasate fără posibilitate de răcire și la intensitatea radiației solare apropiată de 1000 W/m².

Efectul negativ al temperaturii asupra eficienței de conversie este cunoscut [5]. Principalul factor care determină creșterea temperaturii panoului îl reprezintă intensitatea radiației solare. Acest aspect trebuie gestionat cu interes, deoarece eficiența de conversie fotoelectrică este influențată pozitiv de creșterea intensității radiației solare, numai că această creștere se resimte și asupra temperaturii panoului

fotovoltaic. Creșterea temperaturii de operare a panoului generează o scădere a eficienței.

În literatura de specialitate există mai multe modele pentru determinarea temperaturii celulelor fotovoltaice T_c în funcție de factorii externi. Cea mai comună metodă, conform [6], constă în utilizarea NOCT (Normal Operating Cell Temperature) – temperatura normală de operare a celulei. Valoarea acestui parametru este furnizată de producătorul modulului fotovoltaic. T_c este dependentă de temperatura ambientală T_a și de radiația solară Φ conform următoarei relații:

$$T_c = T_a + (NOCT - 20^\circ C) \frac{\Phi}{800} \quad (1)$$

Această metodă simplă furnizează rezultate satisfăcătoare în cazul în care modulul fotovoltaic nu este integrat în acoperiș. Valoarea NOCT este calculată pentru o viteză a aerului de 1m/s, temperatura ambientală de 20°C și o radiație emisferică $\Phi = 800 \text{ W/m}^2$. NOCT este puternic dependentă de tipul de încapsulare a modulului fotovoltaic.

Puterea unei celule fotovoltaice variază în funcție de schimbările de temperatură și radiație. Prin urmare, au fost definiți parametrii standard pe care producătorii îi utilizează pentru a exprima puterea maximă pe care o poate furniza un panou fotovoltaic. Condițiile exterioare pentru realizarea acestui regim se numesc STC (Standard Test Conditions) și produc așa numita putere de vârf watt-peak (W_p). Aceasta este puterea furnizată de către celulă la o temperatură de 25°C, viteza vântului de 1 m/s și intensitatea radiației solare de 1000 W / m².

2. METODOLOGIA CERCETĂRII

2.1. Datele problemei

Sistemele fotovoltaice reprezintă o sursă sigură de energie electrică și cu funcționare la randament optim atât timp cât sunt îndeplinite condițiile de temperatură de operare nominală a celulelor. În exploatare aceste condiții sunt greu de asigurat datorită lipsei spațiului, poziției fixe a panourilor sau imposibilității controlării factorilor climatici. Prin urmare, este necesară preocuparea în găsirea unor soluții de răcire a panourilor fotovoltaice.

În această lucrare se realizează un studiu numeric al influenței intensității radiației solare asupra temperaturii de operare a panourilor fotovoltaice. Poziționarea acestora este verticală, respectiv integrarea acestora în clădirile cu fațade ventilate. De asemenea este prezentată o soluție pentru realizarea răcirii suplimentare a

panourilor fotovoltaice prin atașarea unui dissipator de căldură nervurat în zona posterioară a acestora.

Simulările sunt realizate în condițiile cele mai dezavantajoase de temperatură exterioară, respectiv 35°C. Viteza de circulație a aerului în spatele panoului fotovoltaic are valoarea impusă de 0,5 m/s.

2.2. Simularea numerică

Variația temperaturii panourilor fotovoltaice a fost studiată în diverse lucrări în literatura de specialitate. N. Hamrouni et al. [7] prezintă un astfel de studiu realizat cu ajutorul softului Matlab/Simulink.

Această lucrare prezintă modelarea numerică a încălzirii panourilor fotovoltaice, cu ajutorul programului specializat ANSYS Fluent, care reprezintă cea mai performantă platformă pentru simulările numerice în domeniu. Geometria modelului (figura 2) este realizată în Design Modeler iar discretizarea domeniului de calcul a fost realizată cu ajutorul aplicației Design Mesh. Domeniul de calcul a fost discretizat într-un număr de 194921 de celule tetraedrice.

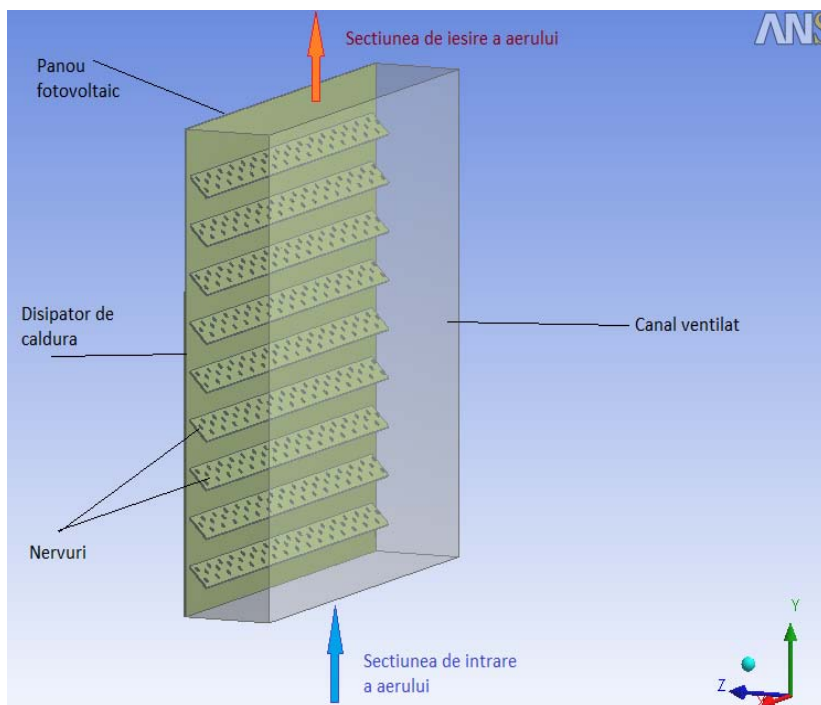


Fig. 2. Geometria modelului studiat

Panoul fotovoltaic studiat este unul de mici dimensiuni cu dimensiunile $L = H = 500$ mm. Răcirea panoului este evaluată în cazul atașării unui perete nervurat pentru diferite intensități ale radiației solare incidente. Componenta normală a intensității radiației solare considerată în simulări are valorile: $\Phi_S = 250, 500, 750$ și 1000 W/m^2 .

Rezultatele modelării numerice sunt obținute pentru cazul atașării unui disipator de căldură din cupru sau aluminiu în zona posterioară a panoului. Acest disipator este reprezentat de un perete nervurat, având următoarele caracteristici dimensionale:

- h – înălțimea nervurilor (3 cm);
- s – distanța (pasul) dintre nervuri (5 cm);
- L, H – lungimea și lățimea disipatorului ($L = H = 500$ mm);
- g – grosimea plăcii disipatorului (2 mm);
- g_n – grosimea nervurilor (2 mm);
- l_n – lungimea nervurilor (480 mm).

La suprafața panoului fotovoltaic expusă soarelui și aflată în mediul exterior s-a considerat un schimb de căldură convectiv cu $\alpha_{\text{conv}} = 8 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Prin integrarea panoului fotovoltaic în structura fațadelor ventilate se obține o răcire suplimentară a acestora, în comparație cu amplasarea acestora aparent pe fațade sau pe acoperiș. În această ipoteză, panoul fotovoltaic înlocuiește o porțiune din spațiul vitrat exterior al fațadei. Zona posterioară a acestuia, inclusiv disipatorul de căldură, se află în interiorul canalului ventilat, care în cazul studiat are o deschidere de 10 cm.

3. REZULTATE

Temperaturile medii obținute în urma simulărilor numerice pentru cazul de bază și pentru situația atașării disipatorului de căldură sunt centralizate în tabelul 1.

Tabel 1. Temperaturile medii ale panoului fotovoltaic

$I [\text{W/m}^2]$	$t_{\text{cel,disip}} [^\circ\text{C}]$	$t_{\text{cel,bază}} [^\circ\text{C}]$	$\Delta t [^\circ\text{C}]$
250	41,4	49,3	7,9
500	50,4	63,5	13,1
750	59,4	78	18,6
1000	68,7	92	23,3

Unde: I - intensitatea radiației solare;

$t_{\text{cel,disip}}$ – temperatura celulei în cazul utilizării disipatorului de căldură;

$t_{\text{cel,bază}}$ – temperatura celulei în cazul de bază;

Δt – scăderea temperaturii panoului în cazul utilizării disipatorului în comparație cu montajul de bază.

Dependența temperaturii de operare în funcție de radiația solară este prezentată în graficul din figura 3.

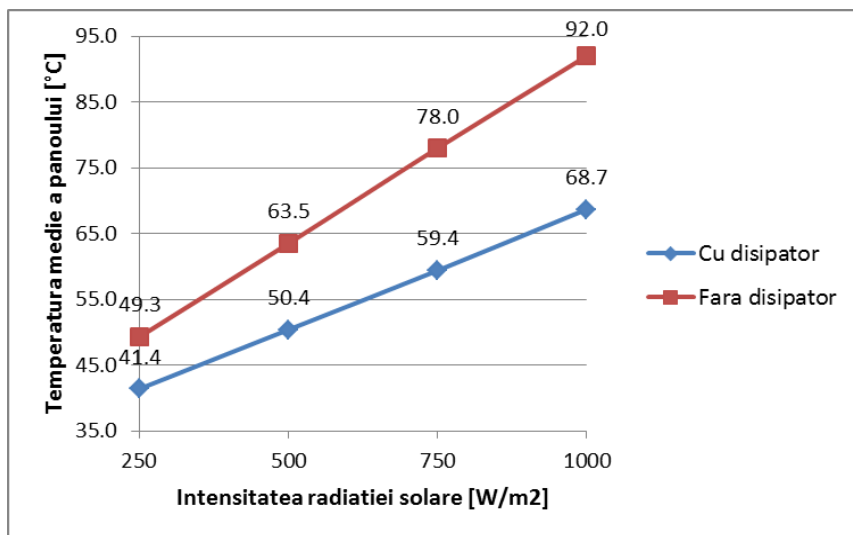


Fig. 3. Variația temperaturii panoului fotovoltaic pentru diverse valori ale intensității solare

Din grafic se poate observa influența amplasării disipatorului de căldură nervurat prin obținerea unei temperaturi mai mici a panoului fotovoltaic. Acest aspect determină o creștere a eficienței de conversie, respectiv o producție mai mare de energie electrică, în condiții similare de însorire.

Diferența de temperatură între cele două soluții studiate crește o dată cu mărirea intensității radiației solare, având o valoare de aproximativ 23°C pentru intensitatea de 1000 W/m².

Panoul fotovoltaic are capacitatea de a produce o cantitate superioară de electricitate la valori mari ale intensității radiației solare. În același timp, temperatura de operare crește direct proporțional cu radiația solară și randamentul de conversie scade. Pentru a obține o producție optimă de electricitate în zilele însorite, soluția propusă aduce o îmbunătățire a eficienței de conversie comparativ cu soluția de bază.

4. CONCLUZII

Radiația solară influențează în mod determinant temperatura panoului fotovoltaic.

Amplasarea disipatorului de căldură reprezintă o soluție viabilă de reducere a temperaturii în condițiile descrise. Metoda prezentată în acest studiu poate reprezenta o soluție pentru realizarea răcirii acestor sisteme, cu un consum redus de energie, ținând cont de necesitatea ventilării fațadelor dublu vitrate pe timpul verii.

În studii ulterioare se vor realiza măsurători experimentale pentru confirmarea rezultatelor atât în regim staționar cât și tranzitoriu.

Bibliografie

- [1] www.wikipedia.com.
- [2] V. J. Fesharaki, M. Dehghani, J. J. Fesharaki, The Effect of Temperature on Photovoltaic Cell Efficiency, Proceedings of the 1st International Conference on Emerging Trends in Energy Conservation - ETEC Tehran, Iran, 2011, pag. 1-6.
- [3] J. N. Sarvaiya, B. Seshadri, S. Dubey, Temperature Dependent Photovoltaic (PV) Efficiency and Its Effect on PV Production in the World A Review, Energy Procedia 33, 2013, pag. 311–321.
- [4] Photovoltaic Efficiency: Lesson 2, The Temperature Effect - Fundamentals Article, 2014, pag 1-4.
- [5] A. V. Milovanović, Increased Temperature and Radiation Damage Influence on Solar Cells Characteristics, University of Belgrade Faculty of Mechanical Engineering, FME Transactions 41, 2013, pag. 77-82.
- [6] M. Muller, Measuring and Modeling Nominal Operating Cell Temperature, PV Performance Modeling Workshop, NREL Test & Evaluation, 2010.
- [7] Solar radiation and ambient temperature effects on the performances of a PV pumping system, Revue des Energies Renouvelables Vol. 11 N°1, 2008, pag. 95–106.

Evaluarea analitică a momentului de încovoiere capabil al grinzilor din oțel consolidate cu platbande din CPAFC

Lupășteanu Vlad

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

Rezumat

Tehnicile tradiționale de consolidare a grinzilor din oțel constau în suplimentarea materialului de bază în zonele degradate sau a celor cu capacitate portantă depășită. Metodele clasice de consolidare implică consumuri mari de material și costuri ridicate. În lucrarea de față se evaluează, din punct de vedere analitic, creșterea momentului capabil de încovoiere datorat consolidării unei grinzi din oțel cu platbande din material compozit armat cu fibre de carbon.

Cuvinte cheie: grinzi din oțel, materiale compozite, încovoiere.

1. INTRODUCERE

Metodele tradiționale de consolidare a grinzilor din oțel constau în sudarea sau prinderea mecanică a plăcilor din oțel sau decuparea porțiunilor degradate de material și înlocuirea acestora. Alte procedee convenționale de consolidare presupun înglobarea totală sau parțială a elementelor din oțel în beton, sudarea de gusee, contrafișe sau rigidizări suplimentare din materiale similare cu cel de bază, schimbarea schemelor statice prin adăugarea de reazeme suplimentare ș.a. [1, 2, 3]. De cele mai multe ori, aplicarea metodelor clasice de consolidare conduce la consumuri mari de materiale, la întreruperea utilizării construcției și poate implica costuri ridicate. Utilizarea materialelor compozite pentru consolidarea elementelor din oțel se dovedește a fi adecvată prin prisma proprietăților mecanice ridicate ale acestora (raport rezistență/greutate specifică) și, mai ales, datorită posibilității de aplicare fără a fi necesară întreruperea utilizării construcției.

Consolidarea grinzilor din oțel cu materiale compozite polimerice armate cu fibre (CPAF) se numără printre cele mai noi metode de reabilitare, prima structură de acest fel consolidată cu CPAF fiind Podul Tickford din UK, în anul 1999 [4].

Grinzile din oțel consolidate cu platbande din CPAF în vederea creșterii capacității de încovoiere au fost analizate atât prin mijloace analitice și numerice cât și experimentale [5, 6, 7, 8]. Rezultatele obținute pe cale experimentală au confirmat eficiența acestei metode de consolidare, obținându-se creșteri de capacitate portantă la încovoiere între 15 și 85%, funcție de cantitatea de material compozit și de modalitatea de aplicare a acestuia. De asemenea, s-a observat o bună corelare între

rezultatele obținute pe cale experimentală și cele obținute prin analiză numerică sau calcul analitic [9].

2. EXEMPLU DE CALCUL

Se consideră grinda din oțel simplu rezemată, având caracteristicile geometrice prezentate în figura 1, consolidată la partea inferioară cu o platbandă din compozit polimeric armat cu fibre din carbon (CPAFC). Proprietățile fizico-mecanice ale grinzii din oțel, ale adezivului și ale platbandei din CPAFC sunt prezentate în tabelul 1. Pentru adezivul folosit la lipirea platbandei de talpa inferioară a grinzii din oțel se alege o curbă neliniară de aderență-lunecare [10], prezentată în figura 2. Pentru evidențierea creșterii capacității portante a grinzii consolidate, se consideră a fi împiedicate rotirea laterală a acesteia și desprinderea prematură a platbandei la capete.

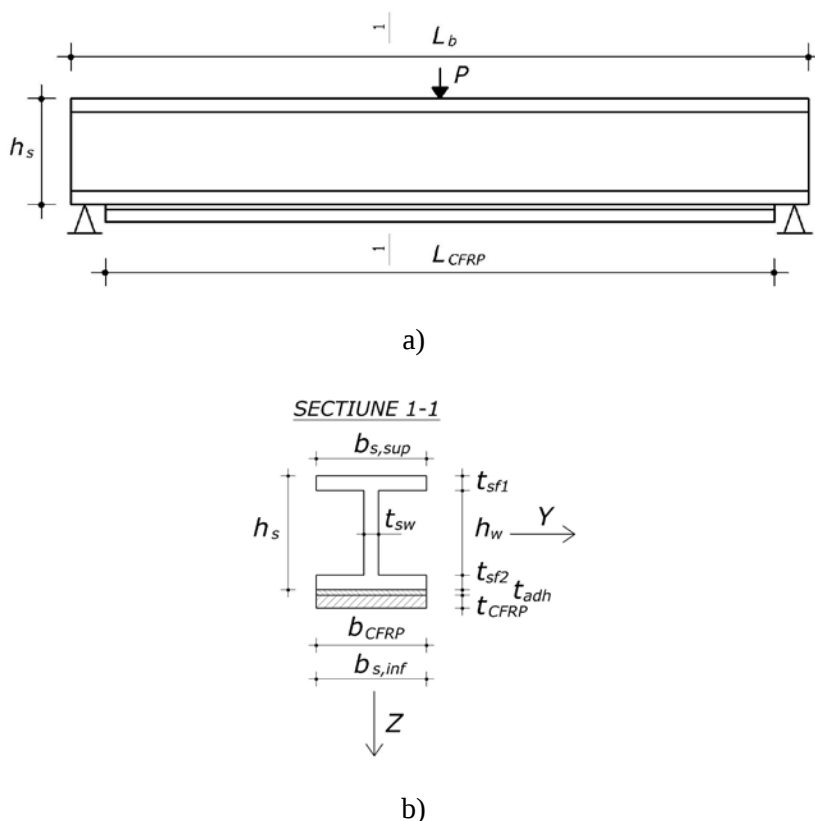
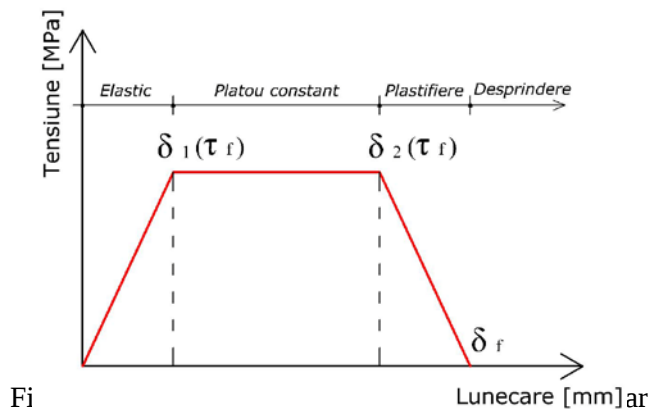


Fig. 1. a) Elevație grindă b) Secțiune transversală caracteristică

Tabel 1. Proprietăți fizico-mecanice

	Notatie	Valoare	U.M.
Grindă din oțel			
Deschidere între reazeme	L_b	4100	mm
Înălțimea secțiunii	h_s	270	mm
Lățimea tălpii superioare	$b_{s,sup}$	150	mm
Lățimea tălpii inferioare	$b_{s,inf}$	150	mm
Grosimea tălpii superioare	t_{sf1}	12	mm
Grosimea tălpii inferioare	t_{sf2}	12	mm
Grosimea inimii	t_{sw}	10	mm
Înălțimea inimii	h_w	246	mm
Aria secțiunii de oțel	A_s	6060	mm ²
Limita de curgere a oțelului	f_y	235	MPa
Modulul de elasticitate	E_s	200000	MPa
Deformația elastică limită la curgerea oțelului	ϵ_{sy}	0,001175	-
Factorul de siguranță pentru oțel	γ_s	1	-
Modulul de rezistență elastic în direcția Y	$W_{y,el}$	535974,66	mm ³
Modulul de rezistență plastic în direcția Y	$w_{y,pl}$	615689,94	mm ³
Momentul încovoietor elastic capabil	$M_{y,el,cap}$	125,954	KNm
Momentul încovoietor plastic capabil	$M_{y,pl,cap}$	144,687	KNm
Adeziv epoxidic			
Grosimea stratului de adeziv	t_{adh}	1	mm
Modulul de elasticitate	E_{adh}	1750	MPa
Rezistența la întindere	f_{adh}	15	MPa
Energia de deformație la întindere	R	0,139	MPa mm / mm
Lunecarea la limita palierului elastic	δ_1	0,0163	mm
Lunecarea la limita palierului constat	δ_2	0,809	mm
Lunecarea ultimă (la desprindere)	δ_f	1,36	mm
Factorul de siguranță pentru adeziv	γ_{adh}	1,25	-
Platbandă CPAFC			
Grosimea platbandei	t_{cfrp}	1,4	mm
Lungimea platbandei	L_{cfrp}	4000	mm
Lățimea platbandei	b_{cfrp}	150	mm
Rezistența la întindere	f_{cfrp}	2900	MPa
Modulul de elasticitate	E_{cfrp}	170000	MPa
Factorul de siguranță	γ_{cfrp}	1,25	-



2.1. Etapa 1: Determinarea deformației limită a platbandei din CPAFC

$$\varepsilon_{cfrpl,d} = \min(\varepsilon_{cfrp,rup,d}; \varepsilon_{cfrp,l,d}) \quad (1)$$

unde:

- $\varepsilon_{cfrpl,d}$ este deformația limită de calcul a platbandei din CPAFC;
- $\varepsilon_{cfrp,rup,d}$ este deformația de calcul aferentă cedării platbandei din CPAFC;
- $\varepsilon_{cfrp,l,d}$ este deformația de calcul aferentă desprinderii intermediare a platbandei din CPAFC.

Deformația de calcul aferentă cedării platbandei din CPAFC se obține cu relația 2.

$$\varepsilon_{cfrp,rup,d} = \frac{f_{CFRP}}{\gamma_{CFRP} E_{CFRP}} = 0,013647 \quad (2)$$

Deformația de calcul aferentă desprinderii intermediare a platbandei din CPAFC se obține pe baza relațiilor 3 și 4.

$$\varepsilon_{cfrp,l,d} = \frac{1}{\gamma_{adh}} \sqrt{\frac{2G_f}{E_{CFRP} t_{CFRP}}} = 0,00807 \quad (3)$$

G_f este energia interfacială de rupere și se obține cu relația 4:

$$G_f = 628 t_{adh}^{0.5} R^2 = 12.1335 \text{ Nmm/mm}^2 \quad (4)$$

Relația 3 este valabilă doar dacă lungimea de ancoraj a platbandei (L_a) este mai mare decât cea necesară (L_e).

Deoarece secțiunea critică a grinzii este în mijlocul deschiderii acesteia, lungimea de ancoraj se obține cu relația 5:

$$L_a = \frac{L_{CFRP}}{2} = 2000 \text{ mm} \quad (5)$$

Lungimea necesară de ancoraj (L_e) se determină cu relația 6:

$$L_e = a_d + b_e + \frac{1}{\lambda_1} \ln \frac{1+C}{1-C} = 187,318 \text{ mm} \quad (6)$$

Factorii λ , λ_1 , λ_3 , a_d , b_e și C se obțin cu relațiile 7, 8, 9, 10, 11 și respectiv 12.

$$\lambda = \sqrt{\frac{\tau_{\max}^2}{2G_f} \left(\frac{1}{E_{CFRP} t_{CFRP}} + \frac{b_{CFRP}}{E_s A_s} \right)} = 0,00569 \text{ mm}^{-1} \quad (7)$$

unde:

$$- \tau_{\max} = 0.9 f_{adh}.$$

$$\lambda_1^2 = \frac{2G_f}{\tau_{\max} \delta_1} \lambda^2 = 0,05985 \text{ mm}^{-1} \quad (8)$$

$$\lambda_3 = \sqrt{\lambda^2 \frac{2G_f}{\tau_{\max} (\delta_f - \delta_2)}} = 0,01029 \text{ mm}^{-1} \quad (9)$$

$$a_d = \frac{1}{\lambda_1} \sqrt{\left(\left(2 \frac{\delta_2}{\delta_1} - 1 \right) - 1 \right)} = 148,910 \text{ mm} \quad (10)$$

$$b_e = \frac{1}{\lambda_3} \arcsin \left[\frac{\lambda_3 \lambda}{0.97 \delta_1 \lambda_1^2} (\delta_f - \delta_2) \right] = 59,006 \text{ mm} \quad (11)$$

$$C = \frac{\lambda_3}{\lambda_1 \delta_1} (\delta_f - \delta_2) \cot(\lambda_3 b_e) - \lambda_1 a_d = -0,5486 \text{ mm} \quad (12)$$

Deoarece lungimea necesară de ancoraj (L_e) este mai mică decât cea efectivă (L_a), relația 3 este valabilă iar deformația limită de calcul a platbandei din CPAFC este:

$$\varepsilon_{cfrpl,d} = 0,00807.$$

2.1. Etapa 2: Determinarea momentului capabil al secțiunii compuse $M_{ib,d}$.

Momentul capabil al secțiunii compuse se poate obține pe baza teoriilor clasice de rezistență impunând ipoteza plasticizării complete a secțiunii de oțel. În schimb, în cazul grinzilor din oțel consolidate cu platbande compozite, s-a observat că, la atingerea momentului capabil, secțiunea de oțel nu este complet plasticizată, porțiunea centrală rămânând în domeniul elastic [1]. Variația deformațiilor specifice și a tensiunilor pe secțiunea compusă este prezentată în figura 3.

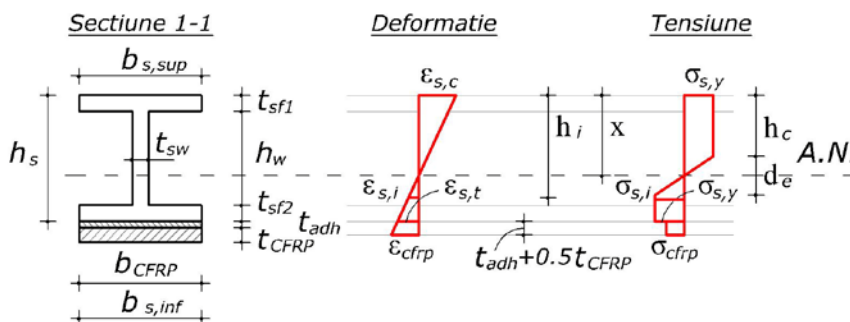


Fig. 3. Variația deformațiilor și a tensiunilor pe secțiunea transversală

În care:

- $\varepsilon_{s,c}$ este deformația la extremitatea zonei comprimate a secțiunii de oțel;
- $\varepsilon_{s,t}$ este deformația la extremitatea zonei întinse a secțiunii de oțel;
- ε_{cfrp} este deformația în axul medial al platbandei din CPAFC;
- σ_{cfrp} este tensiunea axială medie în platbanda din CPAFC;
- $\sigma_{s,y}$ este tensiunea de curgere a oțelului;
- $\varepsilon_{s,i}$ este deformația oțelului la înălțimea h_i ;
- $\sigma_{s,i}$ este tensiunea în oțel la înălțimea h_i ;
- x este adâncimea axei neutre;
- h_c este înălțimea zonei plasticizate a oțelului;
- d_e este înălțimea zonei de oțel rămase în domeniul elastic.

În prima fază, valoarea adâncimii axei neutre se impune $x = 150\text{mm}$, urmând ca, după verificarea echilibrului pe secțiune, să se verifice corectitudinea valorii impuse.

Pe baza deformației limită de calcul a platbandei din CPAFC și a adâncimii axei neutre, se pot determina deformațiile la extremitățile secțiunii din oțel $\varepsilon_{s,c}$ și $\varepsilon_{s,t}$ folosind relațiile 13 respectiv 14:

$$\varepsilon_{s,c} = \varepsilon_{cfrpl,d} \frac{-x}{h_s + t_{adh} + \frac{t_{cfrp}}{2} - x} = 0,0099 \text{ mm} \quad (13)$$

$$\varepsilon_{s,t} = \varepsilon_{cfrpl,d} \frac{h_s - x}{h_s + t_{adh} + \frac{t_{cfrp}}{2} - x} = -0,0079 \text{ mm} \quad (14)$$

Deformația oțelului la adâncimea h_i poate fi determinată cu relația 15:

$$\varepsilon_{s,i} = \varepsilon_{cfrpl,d} \frac{h_i - x}{h_s + t_{adh} + \frac{t_{cfrp}}{2} - x} \quad (15)$$

Înălțimea zonei comprimate, h_c , se poate folosi pe baza relației 16 în care $\varepsilon_{s,i} = \varepsilon_{s,y}$:

$$h_c = \frac{\varepsilon_{s,y} (h_s + t_{adh} + \frac{t_{cfrp}}{2} - x)}{\varepsilon_{cfrpl,d}} + x = 132,2982 \text{ mm} \quad (16)$$

Înălțimea zonei elastice, d_e , se determină cu relația 17:

$$d_e = 2(x - h_c) = 35,4036 \text{ mm} \quad (17)$$

Poziția axei neutre se verifică prin echilibrarea relației 18:

$$\int_0^h \sigma_{s,i} b_i dh_i + \sigma_{cfrp} b_{cfrp} t_{cfrp} = 0 \quad (18)$$

Explicitând relația 18, se obține:

$$\begin{aligned} & \frac{f_y}{\gamma_s} t_{sf1} b_{s,\text{sup}} + \frac{f_y}{\gamma_s} (h_c - t_{sf1}) t_{sw} + \frac{f_y}{2\gamma_s} (x - h_c) t_{sw} - \frac{f_y}{2\gamma_s} (x - h_c) t_{sw} - \\ & - \frac{f_y}{\gamma_s} (h_s - t_{sf2} - d_e - h_c) t_{sw} - \frac{f_y}{\gamma_s} t_{sf2} b_{s,\text{inf}} - \varepsilon_{cfrp} E_{cfrp} b_{cfrp} t_{cfrp} = -217889.4339 \neq 0 \end{aligned} \quad (18^*)$$

Echilibrarea relației 18 se realizează iterativ, prin impunere de valori pentru adâncimea axei neutre, x .

Pentru $x=196,36\text{mm}$, relația 18 devine:

$$\begin{aligned} & \frac{f_y}{\gamma_s} t_{sf1} b_{s,\text{sup}} + \frac{f_y}{\gamma_s} (h_c - t_{sf1}) t_{sw} + \frac{f_y}{2\gamma_s} (x - h_c) t_{sw} - \frac{f_y}{2\gamma_s} (x - h_c) t_{sw} - \\ & - \frac{f_y}{\gamma_s} (h_s - t_{sf2} - d_e - h_c) t_{sw} - \frac{f_y}{\gamma_s} t_{sf2} b_{s,\text{inf}} - \varepsilon_{cfrp} E_{cfrp} b_{cfrp} t_{cfrp} = 2.6131 \cong 0 \end{aligned} \quad (18^*)$$

unde:

$$- \varepsilon_{s,c} = 0,02105;$$

$$- \varepsilon_{s,t} = -0,00789;$$

$$- h_c = 185,4014 \text{ mm};$$

$$- d_e = 21,9170 \text{ mm};$$

Momentul capabil al secțiunii compuse se calculează cu relația 19:

$$M_{ib,d} = \int_0^h \sigma_{s,i} b_{s,i} \left(\frac{h_s}{2} - h_i \right) dh_i + E_{cfrp} \varepsilon_{cfrp} b_{cfrp} t_{cfrp} \left(\frac{h_s}{2} + t_{adh} + \frac{t_{cfrp}}{2} \right) \quad (19)$$

Explicitând relația 19 se obține:

$$\begin{aligned} M_{ib,d} = & t_{sf1} b_{s,\text{sup}} \frac{f_y}{\gamma_s} \left(\frac{h_s}{2} - \frac{t_{sf1}}{2} \right) + (h_c - t_{sf1}) t_{sw} \frac{f_y}{\gamma_s} \left(\frac{h_s}{2} - \left(t_{sf1} + \frac{h_c - t_{sf1}}{2} \right) \right) + \\ & + \frac{d_e}{2} t_{sw} \frac{f_y}{2\gamma_s} \left(\frac{h_s}{2} - \left(t_{sf1} + (h_c - t_{sf1}) + \frac{2}{3} \frac{d_e}{2} \right) \right) + \\ & + \frac{d_e}{2} t_{sw} \left(-\frac{f_y}{2\gamma_s} \right) \left(\frac{h_s}{2} - \left(x + \frac{d_e}{2} \frac{1}{3} \right) \right) + \\ & + (h_s - h_c - d_e - t_{sf2}) t_{sw} \left(-\frac{f_y}{2\gamma_s} \right) \left(\frac{h_s}{2} - \left(x + \frac{d_e}{2} + \left(\frac{h_s - h_c - d_e - t_{sf2}}{2} \right) \right) \right) + \\ & + t_{sf2} b_{s,\text{inf}} \left(-\frac{f_y}{2\gamma_s} \right) \left(\frac{h_s}{2} - \left(h_s - \frac{t_{sf2}}{2} \right) \right) + \\ & + E_{cfrp} (-\varepsilon_{cfrp}) b_{cfrp} t_{cfrp} \left(\frac{h_s}{2} - \left(h_s + t_{adh} + \frac{t_{cfrp}}{2} \right) \right) = 175.256 \text{ KNm} \end{aligned} \quad (19^*)$$

3. CONCLUZII

Aplicarea platbandelor din CPAFC la partea inferioară la grinzilor din oțel solicitate la încovoiere se dovedește a fi favorabilă, în sensul majorării momentului capabil. În cazul de față, prin aplicarea unei platbande de CPAFC cu grosime de 1,4 mm și lățime de 150 mm, se constată o creștere de 21,13% a momentului capabil de încovoiere.

Bibliografie

- 1.Zhao, X-L. 2014. *FRP-Strengthening Metallic Structures*. CRC Press Taylor&Francis Group, Boca Raton.
- 2.Cadei, J.M.C., Stratford, T.J., Hollaway, L.C., and Duckett, W.H. 2004. *C595 – Strengthening metallic structures using externally bonded fibre-reinforced composites*. CIRIA. London.
- 3.Canning, L., Farmer, N., Luke, S., and Smith, I. 2006. *Recent developments in strengthening technology and the strengthening/reconstruction decision*. Railway Bridges Today and Tomorrow Conference, Bristol.
- 4.Lane, I.R., and Ward, J.A. 2000. *Restoring Britain's bridge heritage*. Institution of Civil Engineers (Sout Wales Association).
- 5.Deng, J., and Lee, M.M.K. 2007. *Behavior under static loading of metallic beams reinforced with a bonded CFRP plate*. *Composite Structures*, 78(1).
- 6.Al-Saidy, A.H., Klaiber, F.W., and Wipf, T.J. 2004. *Repair of steel composite beams with carbon fiber-reinforced polymer plates*. *Journal of Composite for Construction*, 8(2).
- 7.Sayed-Ahmed, E.Y. 2006. *Numerical investigation into strengthening steel I-section beams using CFRP strips*. ASCE Structures Congress.
- 8.Yu, T., Fernando, D., Teng, J.G., and Zhao, X.L. 2012. *Experimental study on CFRP-to-steel bonded interfaces*. *Composite Part B: Engineering*, 43(5).
- 9.Colombi, P., and Poggi, C. 2005. *An experimental, analytical and numerical study of the static behavior of steel beams reinforced by pultruded CFRP strips*. *Composites: Part B* (37).
- 10.Fernando, D. 2010. *Bond behaviour and debonding failures in CFRP-strengthened steel members*. PhD thesis, Hong Kong Polytechnic University.

Studiu privind caracteristicile ecranului de etanșare executat la barajul Mileanca (Studiu de caz)

Nicu Adrian

doctorand, Facultatea de Construcții și Instalații Iași, e-mail: nicu_adrian@yahoo.com

Rezumat

Utilizarea soluției cu noroi autoîntăritor, pentru realizarea ecranului de etanșare la barajul Mileanca, a oprit infiltrația apei prin straturile permeabile. Ecranul de etanșare, are o lățime de 60 cm și o adâncime variabilă $H = 13 \div 17$ m. Este încastrat în stratul de marnă, pe o adâncime de 1m. Execuția lui, s-a făcut cu respectarea tehnologiei, iar rețeta noroiului autoîntăritor a fost stabilită în urma determinărilor de laborator și verificărilor din teren, cu acordul proiectantului și al beneficiarului.

Cuvinte cheie: ecran de etanșare, noroi autoîntăritor, grinzi de ghidaj, suspensie de bentonită, strat impermeabil (argilă marnoasă).

1. INTRODUCERE

Condițiile tehnice pentru executarea ecranului de etanșare din noroi bentonitic autoîntăritor, cu ajutorul instalației tip Kelly, au la bază prescripțiile generale legate de execuția ecranelor din pereți mulați.

Prevederile tehnice sunt obligatorii pentru executarea în bune condiții a ecranului de etanșare din noroi bentonitic autoîntăritor.

Principalele operațiuni pentru executarea ecranului de etanșare din noroi autoîntăritor constau în:

- trasarea lucrărilor conform coordonatelor din planul de trasare;
- lucrări de terasamente pentru crearea platformei de lucru;
- executarea tranșeei prin excavarea cu instalația Kelly;
- umplerea tranșeei cu noroi autoîntăritor.

2. CARACTERISTICILE ECRANULUI DE ETANȘARE

2.1 Caracteristici generale

Caracteristicile principale ale ecranului sunt următoarele:

- adâncimea maximă a panourilor (între cota superioară de execuție ecran și cota de încastrare);

- lățimea ecranului: 0,60 m;
- lungimea curentă a unui panou: - 2,80 m panoul primar
 - 2,10 m panoul secundar



Aspecte din timpul execuției ecranului de etanșare la barajul Mileanca

Ecranul are o lungime de 370 metri cu adâncimea variabilă de la 13 m până la 17 m. Bentonita este componenta de bază pentru realizarea noroiului autoîntăritor. Bentonita care se folosește la prepararea suspensiei de noroi autoîntăritor, trebuie să îndeplinească condițiile indicate în STAS 9305-81.

Conform STAS 9305-81, bentonita activă utilizată la prepararea noroiului autoîntăritor este obținută prin tratarea bentonitei, conform STAS 2640-82, cu 2 % ÷ 4 % sodă calcinată.

2.2. Caracteristici fizico-chimice

Materialul bentonitic are următoarele proprietăți fizice și chimice:

- randamentul (m^3/t), care se determină conform STAS 9484/11-92 și reprezintă cantitatea de suspensie (m^3) cu vâscozitatea aparentă (36 "Marsh") ce se poate prepara dintr-o tonă de bentonită. Valoarea minimă este de $12,50 \text{ m}^3/\text{t}$.
- conținutul de nisip liber, determinat conform STAS 9484/22-82, valoarea maximă admisibilă fiind de 5 %;
- finețea de măcinare, determinată conform STAS 9484/16-74, rest maxim admisibil 2 % pe sita de 0,16 și 10 % pe sita de 0,063.

Verificarea calității bentonitei active se face pe loturi de maxim 10 t în conformitate cu STAS 2411-75. În cazul în care la verificările pentru recepția materialului se consideră că nu se respectă condițiile admisibile din STAS 9305 - 81, materialul va fi refuzat.

Prepararea suspensiei de bentonită se realizează în malaxoare cu ax vertical de tip IBN cu o capacitate de $3,5 \text{ m}^3$.

Ordinea de introducere a componentelor în amestec va fi apă – bentonită activă, timpul de malaxare fiind 5 minute.

Având în vedere proprietățile fizico - chimice ale bentonitei, se indică un dozaj în suspensie de circa 80 kg/m^3 . Dozajul se va definitiva prin încercări de laborator pentru obținerea unei suspensii de bentonită activată (hidratată 24 ore).

La punerea în operă suspensia de bentonită activată (hidratată 24 ore) va avea următoarele caracteristici:

- vâscozitatea aparentă determinată prin măsurarea timpului de scurgere prin pâlnia Marsh a unei cantități de 1000 cm^3 de suspensie, timpul admisibil fiind de $34 \div 37$ secunde;
- densitatea suspensiei determinată prin cântărire, condiția de admisibilitate fiind de $1,04 \div 1,06 \text{ kg/dm}^3$;
- stabilitatea suspensiei, reprezentând volumul sedimentului în cm^3 la 100 cm^3 de suspensie lăsată în repaus 24 ore, condiția de admisibilitate fiind de minim 99 cm^3 .

Prepararea suspensiilor de bentonită în vederea stabilirii proprietăților fizice și chimice se face în conformitate cu STAS 9305-81. Apa necesară preparării suspensiei de bentonită trebuie să corespundă prevederilor STAS 790-84, "Apa necesară preparării mortarelor și betoanelor".

2.3. Proprietățile stabilite conform încercărilor de laborator

După efectuarea încercărilor de laborator, rețeta finală pentru prepararea a 1 m^3 de noroi autoîntăritor utilizat pentru ecranul de etanșare de la piciorul amonte al barajului Mileanca este următoarea:

- 920 litri apă;
- 2,5 kg sodă calcinată (necesară pentru desfacerea în apă bentonitei);
- 100 kg bentonită;
- 200 kg ciment tip H II AS (NE012 - 1:2007 - Anexa L).

Prepararea noroiului autoîntăritor se face în același malaxor cu ax vertical tip IBN, ordinea de introducere a componentilor fiind suspensia de bentonită, apoi cimentul. Malaxarea amestecului se face minim 15 minute, asigurându-se astfel omogenitatea amestecului.

Cimentul trebuie să îndeplinească condițiile impuse de SR 1500, verificându-se timpul de priză, constanta de volum și rezistențele mecanice.

Transportul suspensiei de bentonită de la locul de preparare la locul de punere în operă se realizează prin pompare utilizându-se conducte rigide.

2.4. Caracteristicile noroiului autoîntăritor funcție de rezultatele obținute la panourile turnate

Față de rețeta recomandată și ținând cont de rezultatele obținute la panourile de ecran turnate, caracteristicile noroiului autoîntăritor vor fi:

- densitate maxim $1,2 \text{ kg/dm}^3$;
- vâscozitate aparentă determinată cu pâlnia Marsh 39 secunde;

- stabilitatea suspensiei, prin determinarea procentului de apă separată la suprafața liberă la 100 cm³ de suspensie 2,1 %.

Alte caracteristici fizice finale ale ecranului de noroi autoîntăritor sunt:

- coeficient de permeabilitate minim 2×10^{-6} cm/s;
- rezistența la compresiune monoaxială minim 300 kPa.

Rețeta definitivă a noroiului autoîntăritor se vizează de către beneficiar și proiectant și se stabilește după efectuarea încercărilor atât în laboratorul de șantier cât și în unitățile specializate și atestate, pe materialele aprovizionate.

2.5. Modul de prelevare a probelor

Luarea unei probe de bentonită pentru a fi supusă verificării se efectuează cu ocazia aprovizionării fiecărui lot nou și pe măsura execuției, la prepararea și la punerea în operă.

Pentru loturile de bentonită nou aprovizionate, laboratorul de șantier prelevează două probe din care una se utilizează pentru controalele sale iar cealaltă va fi trimisă la o unitate specializată, după ce au fost puse fie în interiorul, fie în exteriorul pungii două etichete cu următoarele indicații: unitatea de execuție, laboratorul de șantier, indicația bentonitei, data prelevării. Fiecare probă trebuie să conțină cel puțin 3 kg bentonită.

Pentru încercările făcute asupra bentonitei folosite, prepararea suspensiei se face conform STAS 9484/22-82.

2.6. Controlul calității finale a noroiului autoîntăritor

Încercările de verificare a calității ecranului din noroi autoîntăritor, se vor efectua pe probe prelevate din :

- tranșee, imediat după terminarea operației de excavare a panoului secundar (faza a III- a de raclare a fundului), cota de prelevare a probelor fiind situată la o adâncime de minim 4 m de la partea superioară a panoului, probele vor fi păstrate în mediu umed în laborator (în exicator) și se vor încerca la 28 zile;
- ștuțuri, prelevate din foraje executate la minim 28 zile de la data terminării panoului, din amplasamente ce vor fi stabilite de proiectant și beneficiar;
- se vor lua minim trei probe pentru fiecare panou turnat în vederea determinării calității panoului, iar la zece panouri se va executa un foraj de control pentru verificarea calității lucrărilor.

Se vor face încercări pentru determinarea următoarelor caracteristici :

- coeficientul de permeabilitate (K) al ecranului, se face în funcție de tipul ecranului încastrat într-un strat etanș, precum și de debitul apelor infiltrate. Determinarea coeficientului de permeabilitate se face în laborator pe baza încercărilor pe probe cu Ø 7 cm înălțime de 2 cm, în permeamtru,

conform STAS 1913/6-76. Coeficientul de permeabilitate admis pentru ecranul de etanșare nu va avea valori mai mari de 2×10^{-6} cm/s.

- rezistența la compresiune monoaxială se face la 28 zile pe probe prismatice având dimensiunile 4x4x8 cm, coeficient de zveltețe 2.

Ecranul trebuie să preia prin deformații proprii eventualele tasări egale sau inegale ale terenului din jur. Încercarea se face la presă conform STAS 8942/6-75, rezistența la compresiune monoaxială minim admisă fiind de 3 daN/cm².

Din fiecare panou, de la partea inferioară a ecranului (din zona de încastrare în argila marnoasă) se va recolta o probă martor ce va fi etichetată (dată, număr panou, adâncimea de încastrate a panoului) și care se va păstra pe toată durata execuției.

2.7. Verificarea calității execuției ecranului după întărirea noroiului

Verificarea ecranului după executare se face în scop de control asupra calității lucrărilor și asupra gradului de impermeabilizare realizat. Este necesară o verificare finală a lucrărilor pentru a descoperi eventualele deficiențe de execuție și stabilirea măsurilor de remediere.

În cazul apariției unor defecțiuni, remedierile se vor executa pe baza propunerilor constructorului, cu acordul proiectantului și al beneficiarului. În cazul în care defecțiunile apar din vina executantului, costurile lucrărilor de remediere vor fi suportate de acesta.

Verificarea ecranului se va face prin executarea în corpul ecranului de etanșare a forajelor de control de $\varnothing 80 \div 100$ mm diametru și extragerea de carote, de la diferite adâncimi, care vor fi examinate în laborator. Pe aceste carote se vor determina probe de permeabilitate și rezistență la compresiune. Panourile ce vor fi supuse verificării vor fi precizate de proiectant și beneficiar, programul verificărilor fiind necesar a se finaliza înaintea terminării lucrării. Orientativ, se stabilește un foraj la 100 m lungime de ecran, iar în funcție de rezultatul obținut verificările se răresc sau se îndesesc.

Urmărirea execuției verificărilor și înregistrarea rezultatelor se va face de către compartimentul de control al calității din șantier, în prezența dirigintelui de șantier și a geologului asistent. Modul de verificare precum și toate datele obținute prin verificări se vor consemna într-un proces verbal de constatare care va fi anexat la fișele panourilor controlate. Tot în aceste fișe se va menționa metoda de verificare adoptată pentru fiecare panou în parte și eventualele măsuri de remediere stabilite precum și rezultatele obținute după remediere.

Pentru stabilirea eventualelor măsuri de remediere se va cere concursul proiectantului. Orice remediere făcută fără avizul acestuia se consideră viciu ascuns ce contravine legislației în vigoare.

2.8. Executarea forajelor de control în corpul ecranului de etanșare

Poziția forajelor de control a etanșeității ecranului va fi stabilită de beneficiar, care în prealabil a analizat rezultatele de laborator ale gradului de impermeabilitate, identificând astfel zonele în care nu este respectat criteriul de calitate înscris în documentație.

Forajele se vor executa numai în prezența geologului. Forajele de control vor avea diametru cuprins între $\varnothing = 80 \div 100$ mm. Diametrul optim poate fi stabilit și experimental, avându-se în vedere, în principal, asigurarea verticalității. Probele de permeabilitate vor fi executate descendent.

Pe măsura execuției forajelor vor fi prelevate probe de ecran care vor fi inventariate după adâncime și tronson și depuse în lăzi speciale pentru probe. Se va avea grijă ca amplasamentul forajului în câmpul panoului să fie cât mai apropiat de axul ecranului. Se va verifica permanent orizontalitatea și verticalitatea instalației de foraj. Săparea se va realiza cu freze cu diamant, doar în sistem rotativ, în nici un caz, percutant sau rotopercutant. Adâncimea forajelor va fi egală cu cea a panoului plus 1,0 m în roca de bază. În anumite foraje, indicate de proiectant, se vor face măsurători de deviație.

3. ÎNCERCĂRI, PROBE, DETERMINĂRI ȘI REZULTATE ALE ECRANULUI DE ETANȘARE

3.1. Probe de permeabilitate

Probele de permeabilitate se vor realiza în sistem descendent, pe tronsoane de $3 \div 5$ m adâncime, cu packer mecanic simplu, cu circuit deschis și prin strângere de la suprafață.

Probele de permeabilitate se efectuează la cel puțin 90 zile de la executarea ecranului în zona respectivă. Înainte de începerea probelor de permeabilitate, se va înregistra cu precizie nivelul apelor în zona acumulării.

Presiunea de serviciu la nivelul tronsonului testat se calculează și nu va depăși $2,0 \div 2,5$ at. Probele se vor realiza în trepte de 0,5 at./ $\frac{1}{2}$ oră. Presiunea maximă ($2,0 \div 2,5$ at.) se va menține constantă timp de 4 ore.

Pentru execuția probelor de permeabilitate se vor parcurge următoarele etape:

- se pune apă în habă până la un nivel, care se determină cu ajutorul unei mire gradate sau cu un tub de nivel. Haba va avea capacitatea mai mică de 1 m^3 , fiind adaptată pierderilor mici de apă care sunt estimate. Pentru precizia măsurărilor se va folosi o tijă gradată cu flotor, solidară cu haba sau o tijă gradată cu flotor și micrometru.
- se pompează apă sub prima treaptă de presiune și, din momentul în care presiunea măsurată la manometru devine constantă, se măsoară nivelul apei în habă la intervale de 5 minute;

- pomparea apei sub o treaptă de presiune durează până când debitul injectat rămâne constant la cel puțin trei citiri consecutive. Când această condiție este îndeplinită se trece la treapta următoare de presiune, procedându-se în mod asemănător.

Rezultatele probelor de permeabilitate vor fi înregistrate în fișe tip, în care vor fi prezentate inclusiv calculele capacității specifice de absorbție cu relația 1:

$$q_s = Q/L \times T \times p \text{ (litri/metru x minut x 0,1 at)} \quad (1)$$

în care:

- q_s - capacitatea specifică de absorbție;
- Q - debitul de apă pierdut în regim (litri);
- L - lungimea tronsonului (metri);
- T - timpul de încercare (minute);
- p - presiunea (0,1 at)

Pierdere medie de apă admisibilă poate fi de $q_s = 0,01 \text{ l/m x min x 0,1 at}$ (*Criteriul Lugeon*).

În zona de racord a ecranului cu roca de bază, tronsonul se poate reduce la circa 1,0 m grosime cu mențiunea că packerul va fi armat în beton și în orice caz deasupra contactului ecran/roca de bază, (care se va afla pe cât posibil la mijlocul intervalului testat).

Probele de permeabilitate se vor executa pe toate tronsoanele în mod unitar, fără întreruperi la nivelul orelor. Dacă apar defecțiuni, proba de permeabilitate se va relua de la început. În urma măsurătorilor de deviație nu se admit devieri mai mari de 10 cm față de axa verticală.

3.2. Injecții

Injecțiile se vor realiza doar în forajele și tronsoanele în care s-au depășit capacitățile de absorbție maxime, respectiv $q_s = 0,01 \text{ l/m x min x 0,1 at}$ (1 u L).

Pentru realizarea injecțiilor pe tronsoane intermediare din cadrul forajului se va utiliza packer mecanic dublu cu armare de la suprafață. Injecțiile se vor realiza în sistem ascendent.

Durata injecției, cantitatea de ciment pe metru și factorul apă/ciment funcție de permeabilitatea specifică pe tronson sunt prezentate în tabelul 1:

Tabel nr. 1- Durata injectiei și dozajele funcție de permeabilitatea specifică

Capacitatea specifică de absorbție q_s (l/m x min.x 0,1 at)	Factor A/C	Durata injectiei (min)	Cantitatea maximă de ciment în suspensie (kg/m)	Observații/ Modificarea suspensiei
0,01	10/1	30	20	Nu se modifică la absorbții sub 10 l/min tronson. Se continuă până la refuz**.
0,01 ÷ 0,03	5/1	30	20	
0,03 ÷ 0,05	3/1	30 ÷ 35	50	Nu se modifică la absorbția de până la 25 l/min tronson. Se continuă până la refuz**.
0,05 ÷ 0,15	2/1	45	100	Nu se modifică la absorbții de 30 ÷ 50 l/min tronson. Se continuă până la absorbții de 10 l/min tronson.
0,15 ÷ 0,40	1/1	45	150	Nu se modifică la absorbții de 50 ÷ 75 l/m, in tronson. Se continuă până la absorbții de 10 l/min tronson.
> 0,40	1/2	60	200 ÷ 250*	Nu se modifică la absorbții de 75 ÷ 100 l/min tronson. Se continuă până la absorbții de 10 l/min tronson. Este limitată la un total de 500 kg/m .

* După consumarea cantității de suspensie recomandată, se oprește injectarea și se lasă să facă priză minimum 72 ore, după care se reia injectarea cu suspensie 5 : 1.

** Refuzul poate fi considerat atunci când pentru un metru din tronsonul respectiv, debitul de suspensie injectat la presiunea maximă prevăzută nu depășește 0,3 ÷ 0,5 l/min.

Pentru cazul concret de consolidare a ecranului în zone cu fisuri se consideră suficiente rețetele de A/C = 5/1 și 3/1. Celelalte cazuri au fost luate în considerare pentru situații excepționale. Pentru stabilizarea suspensiilor se va întrebuița bentonită în cantitate de 2 kg la 100 kg ciment (2%).

Se recomandă ca injectiile să înceapă cu suspensii instabile (amestecuri simple apă-ciment), să continue cu suspensii stabile și să se încheie eventual cu suspensii instabile până la obținerea refuzului.

Cimentul folosit pentru prepararea amestecului A/C va fi de tip H II A S (NE012 – 1 : 2009). Apa va fi limpede și va îndeplini condițiile tehnice din STAS 790/84. Nu va conține substanțe dizolvate peste 1,5%, din care sulfați nu vor depăși 1%. Nu se admit materii organice.

3.3. Metodologia de laborator

3.3.1. *Vâscozitatea convențională*

Se determină cu pâlnia Marsh și reprezintă timpul în secunde în care 1000 cm^3 suspensie se scurg din pâlnie (STAS 9305 - 73).

3.3.2. *Verificarea conului*

Se umple pâlnia cu apă curată (1000 cm^3 apă) și se golește pâlnia. Dacă timpul de golire este mai mare sau mai mic de $28 \pm 0,5$ secunde atunci ea este înfundată, deformată sau are un prag între stuțul cilindric și corpul tronconic. Se interzice utilizarea pâlniilor deformată, a celor cu praguri în secțiunea de racord sau a pâlniilor murdare.

3.3.3. *Determinarea vâscozității convenționale*

Se udă pâlnia cu apă și se închide orificiul. Se umple cu 1000 cm^3 suspensie prin sita de $1,5 \div 2,0 \text{ mm}$. Sita poate fi fixată pe jumătatea secțiunii superioare a conului. Se cronometrează timpul de umplere a câinii de 1000 cm^3 .

3.3.4. *Decantarea*

Se determină în vase cilindrice de sticlă de 1,0 litru cu diametrul de 60 mm. Suspensia se lasă în cilindru 2 ore. Se citește înălțimea coloanei de apă decantată la partea superioară și se raportează la înălțimea totală, raportul reprezentând decantarea.

3.3.5. *Densitatea*

Se recomandă să fie determinată cu cilindrii folosiți la decantare. Se cântărește cilindrul umplut cu suspensie. Diferența dintre greutatea cilindrului cu suspensie și cea a tarei reprezintă greutatea specifică a suspensiei. Se admite determinarea densității cu areometre, după testarea erorilor obținute prin comparare cu datele rezultate prin metoda cântăririi.

3.3.6. *Gelația*

Se determină cu o tijă cu $\varnothing 3,5 \text{ mm}$, lungă de 50 mm, în greutate de 3,5 g. Vârful tijei este conic cu $h = 10 \text{ mm}$. Capătul opus este striat sau filetat pe o lungime de 10 mm. Se pune inelul de PVC pe o placă de faianță sau sticlă și se umple cu suspensie. Din timp în timp se înfige tija în suspensie în poziție cât mai verticală. Începutul gelației se înregistrează în momentul în care tija nu se mai înfige până la suport și rămâne în suspensie cu porțiunea striată la $1 \div 2 \text{ mm}$ peste nivelul suspensiei. Sfârșitul gelației se înregistrează în momentul în care vârful conic se înfige în suspensie numai până la jumătatea înălțimii lui.

3.3.7. *Rigiditatea relativă*

Se determină cu o placă de oțel striată tarată. Se scufundă placa în suspensie cu ajutorul unui dispozitiv cu cablu subțire înfășurat pe tambur. Se ține 2 secunde în suspensie și se extrage ușor prin rotirea manuală a tamburului. Se cântărește placa cu suspensie prin agățarea ei de talerul unei balanțe de precizie. Diferența dintre greutatea obținută și tara este R, rigiditatea suspensiei, care în practică se raportează mai convenabil sub forma relației 2:

$$R_r = R/p \quad (2)$$

în care:

R_r - grosimea stratului de suspensie lipit de fiecare parte a plăcii;

R - rigiditatea suspensiei;

p - greutatea specifică a suspensiei.

Toate aceste determinări se efectuează pentru fiecare lot de materiale aprovizionate de șantier și pentru fiecare rețetă de suspensie. Numărul de determinări va fi de cel puțin câte o serie lunară.

Umplerea forajului se va realiza cu o suspensie de consistență ridicată ($A/C = 1/1 \div 1/2$). În timpul umplerii forajului nu se admit goluri de aer în foraj sau apărute datorită procedeele tehnologice.

4. CONCLUZII

Turnarea ecranului de etanșare din noroi autoîntăritor, cu încastrarea în stratul de marnă, la piciorul amonte al barajului Mileanca, a condus la stoparea infiltrațiilor pe sub corpul barajului, fapt ce duce la mărirea stabilității acestuia și la îmbunătățirea substanțială a parametrilor tehnici ai acumulării, care reține circa 14,7 milioane m^3 de apă.

Rețeta adoptată în urma determinărilor de laborator și a studiilor din teren, cu acordul proiectantului și beneficiarului, a dus la stabilirea parametrilor și condițiilor de execuție.

Determinările și verificările ulterioare, au arătat că ecranul de etanșare a fost bine realizat.

Bibliografie:

1. Popovici A., Popescu C. - Baraje pentru acumulări de apă – Vol. I, Ed. Teh., București, 1992.
2. Stematiu D. – Mecanica rocilor pentru constructori, Ed. Conspress, București, 2008.
3. Prișcu R. – Construcții hidrotehnice, Vol. I, Ed. Didactică și Pedagogică, București, 1974.
4. Mitoiu C. – Expertiză tehnică a barajului și lacului de acum. Mileanca, jud. Botoșani, 2007.
5. Stematiu D., Ionescu S. - Siguranță și risc în construcții hidrotehnice, Ed. Didactică și Pedagogică, București, 1999.
6. STAS 1243-88 – Teren de fundare. Clasificarea și identificarea pământurilor.
7. MP 023-2002 – Metodologie privind determin. infiltrațiilor la baraje și diguri de pământ, canale de navigație și canalizări prin măsurători de termometrie în foraje, B.C. nr. 7/2003.
8. NTLH-022 – Metodologia privind evaluarea stării de siguranță în exploatare a barajelor și lacurilor de acumulare.
9. NP 074/2002 – Normativ privind principiile, exigențele și metodele cercetării geotehnice a terenului de fundare.
10. U.T.C.B./M.L.P.T.L. - Normativ privind proiectarea lucrărilor de susținere, 2008.
11. Colecția de Norme europene și STAS-uri.
12. Cernaconstruct Iași – Punerea în siguranță a acumulării Mileanca pe râul Podriga, județul Botoșani (Proiect tehnic, Caiete de sarcini și Detalii de execuție), Iași, 2008 – 2012.

Determinarea experimentală a modulului de forfecare al elastomerilor

Oanea Daniela (Fediuc)

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

Rezumat

Parametrii care influențează dimensionarea reazemelor din elastomeri utilizate la izolarea seismică a bazei sunt: rigiditatea verticală, rigiditatea orizontală și capacitatea portantă.

Lucrarea prezintă rezultatele experimentale privind comportarea la solicitarea de forfecare a două specimene din elastomeri cu și fără miez de plumb.

În urma încercărilor de laborator s-a constatat că în cazul elastomerilor cu inserție de plumb s-au obținut valori ale modulului de elasticitate transversal mai mari.

Cuvinte cheie: reazeme din elastomeri, modul de elasticitate transversal.

1. INTRODUCERE

Izolarea bazei reprezintă o soluție eficientă de izolare a mișcării întregii structuri de la mișcarea terenului folosind o interfață flexibilă între structură și fundația sa.

Reazemele pot fi clasificate în sisteme cinematice și reazeme din elastomeri. Două tipuri de reazeme, care sunt reprezentative pentru sistemele de lunecare și din elastomeri, sunt sisteme pendulare cu fricțiune și respectiv reazeme din elastomer cu miez de plumb (Hoseini, S. R. și alții, 2012).

Conform P100-2013, dispozitivele de izolare trebuie să îndeplinească una sau mai multe funcțiuni (P100-2013):

- transmiterea încărcării verticale, în condițiile unei flexibilități laterale crescute și a unei rigidități verticale înalte;
- disiparea energiei, prin amortizare histeretică sau vâscoasă;
- capacitatea de a reveni la poziția inițială;
- limitarea deplasărilor laterale (rigiditate elastică suficientă) produse de încărcările laterale de serviciu neseismice.

2. REAZEME DIN ELASTOMER CU MIEZ DE PLUMB

Parametrii cheie în proiectarea reazemelor din elastomeri sunt: capacitatea portantă sub încărcare gravitațională, rigiditatea laterală și deplasarea relativă maximă care se poate obține între partea superioară și baza reazemului.

Elastomerii utilizați la confecționarea reazemelor trebuie să aibă următoarele caracteristici:

- tensiunea admisibilă $\sigma_a = 15$ MPa;
- modulul de elasticitate transversal $G = 0,30 \dots 1,20$ MPa;
- alungirea la rupere $\gamma = 400 \dots 500$ %.

Unul dintre avantajele reazemelor din elastomer cu miez de plumb este rigiditatea laterală inițială ridicată. Rigiditatea echivalentă a reazemului din elastomer cu plumb pentru modelul analitic liniar echivalent se determină cu relația 1 (INCERC, 2002):

$$K_B = \frac{A_R \gamma G A_e \cdot q_p \cdot}{u_{Be}} \quad (1)$$

unde: A_R - zona comprimată a elastomerului calculată prin diferența dintre suprafața plăcii metalice și suprafața secțiunii miezului de plumb;

G - modulul de elasticitate transversal al elastomerului;

γ_e - deformația de forfecare efectiv indusă în elastomer;

A_p - suprafața secțiunii miezului de plumb;

q - efortul de forfecare dezvoltat în miezul de plumb;

u_{Be} - deplasarea efectivă de calcul a reazemului.

Proiectarea reazemelor cu miez de plumb se realizează cu aceleași formule aplicate reazemelor din elastomeri (Kelly, T. E., 2001).

La dimensionarea cilindrilor de plumb trebuie să se țină cont de tensiunea tangențială de cedare a plumbului și de deplasările limită în cazul acțiunilor seismice. Plumbul din reazem se deformează la o tensiune de curgere de aproximativ 10 MPa (FEMA 274-1997). Rigiditatea efectivă și amortizarea efectivă a reazemului din cauciuc cu miez de plumb depind de deplasare. Din această cauză este important să se stabilească deplasarea la care este necesară o valoare specifică a amortizării (Naeim, F., și alții, 1999).

În cazul reazemelor din elastomeri cu miez de plumb diametrul miezului de plumb este mai mare decât diametrul găurii din reazem pentru a realiza conlucrarea dintre plumb și elastomer (figura 1).

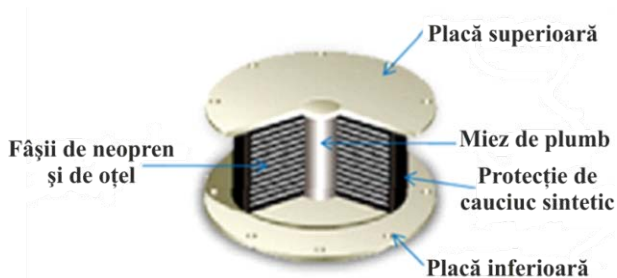


Fig. 1. Reazem din elastomer cu miez de plumb (<http://ro.scribd.com/doc/78498246/Curs-7-Dispozitive-Speciale1>)

Se recomandă ca forma secțiunii miezului de plumb să fie circulară. Dimensiunile vor fi conforme prevederilor relației 2 (INCERC, 2002):

$$1.25 \leq \frac{H_p}{D_p} \leq 5 \quad (2)$$

unde: H_p - înălțimea efectivă a miezului de plumb egală cu grosimea totală a straturilor de elastomer; D_p - diametrul miezului de plumb.

Confinarea miezului de plumb de către elastomerul laminat scade odată cu creșterea înălțimii acestuia. Pe de altă parte, reducerea înălțimii miezului conduce la deformarea capetelor acestuia în formă de sferă.

Relația forță - deplasare a reazemelor din elastomeri cu miez de plumb este de obicei aproximată prin modele: inelastice biliniare sau echivalent liniarizate, deși reazemele expun fenomene neliniare (Mavronicola, E., și alții, 2012).

Reazemele din elastomer cu miez de plumb sunt modelate ca elemente biliniare cu proprietățile lor ce au la bază trei parametri și anume: rigiditate elastică K_1 , rigiditate după curgere K_2 și forța caracteristică Q (figura 2). Rigiditatea elastică este dificil de măsurat și de obicei se alege ca fiind o valoare multiplă a rigidității după curgere care poate fi determinată din modulul de elasticitate transversal al elastomerului și din proiectarea reazemului. Forța caracteristică se determină de pe curba histeretică la intersecția dintre bucla de histererezis și axa forței și este estimată ca fiind produsul dintre aria miezului de plumb și tensiunea de cedare la forfecare a plumbului (Naeim, F., și alții, 1999).

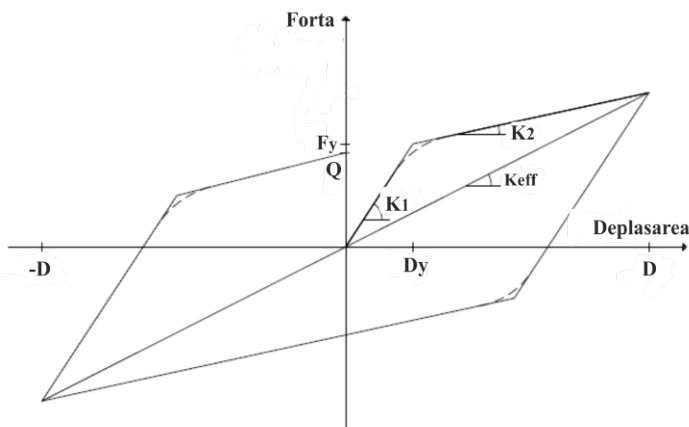


Fig. 2. Comportamentul inelastic la forfecare a unui reazem din elastomer cu miez de plumb

Rigiditatea elastică (K_1) este rigiditatea inițială a izolatorului, de obicei, la o deplasare mai mică de un centimetru. Valoarea sa este dominată de dimensiunea miezului de plumb și este importantă în controlul răspunsului la încărcările de serviciu, cum ar fi acțiunea vântului. Rigiditatea elastică $K_1 = (6,5 \div 10) \cdot K_2$ (FEMA 274-1997).

Rigiditatea după curgere (K_2) este rigiditatea secundară a izolatorului și este în funcție de modulii de elasticitate, înălțimea totală și aria de elastomer.

3. DETERMINAREA EXPERIMENTALĂ A MODULULUI DE FORFECARE

Conform ASTM D 4014-2003 Anexa A, speciemenle de testare la forfecare sunt alcătuite din patru epruvete de elastomer identice fixate de patru plăcuțe metalice. Încercarea de laborator pentru determinarea modulului de elasticitate transversal s-a realizat pe două specimene: din elastomer simplu și din elastomer cu miez de plumb cu diametrul de 5 mm. Materialele au fost puse la dispoziție de firma S.C. FREYROM S.A. care este producător de reazeme destinate izolării seismice a bazei și reazeme pentru poduri. În figura 3 sunt prezentate dimensiunile speciemenului.

Încercarea la forfecare a speciemenelor s-a realizat cu mașina universală de testare cu control electromagnetic care permite înregistrarea automată a forței și deplasării cu ajutorul programului WinWdw. Conform ASTM D 4014-2003 Anexa A, se realizează 6 cicluri de încărcare – descărcare. Speciemenle au fost testate la o deformație de 100%, 200% și 300% (figura 4).

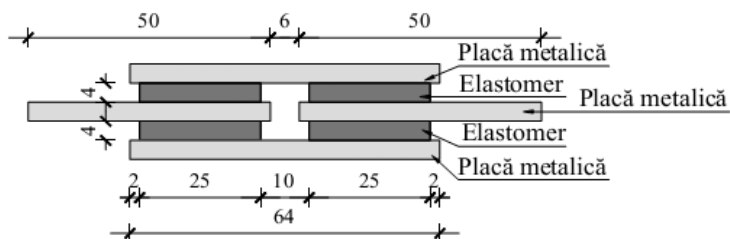


Fig. 3. Dimensiunile specimenului

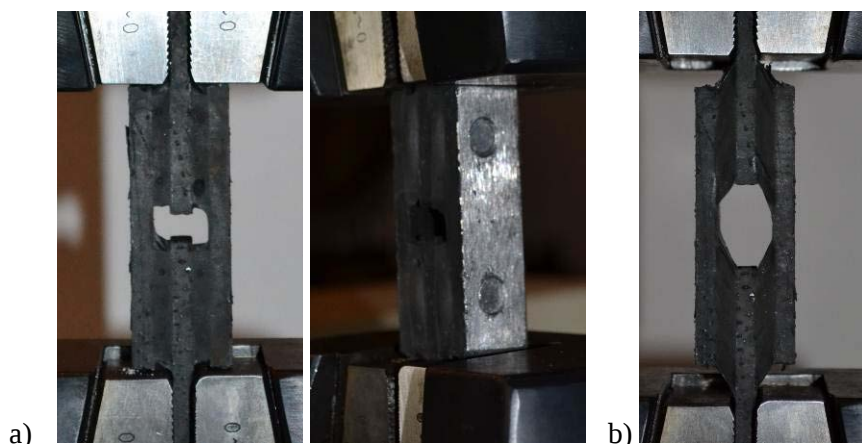


Fig. 4. Forma nedeformată (a), respectiv deformată (b) a specimenului

În figurile 5 și 6 sunt reprezentate curbele forță-deformație pentru specimenul din elastomer simplu și specimenul din elastomer cu inserție de plumb pentru o deformație de 300%:

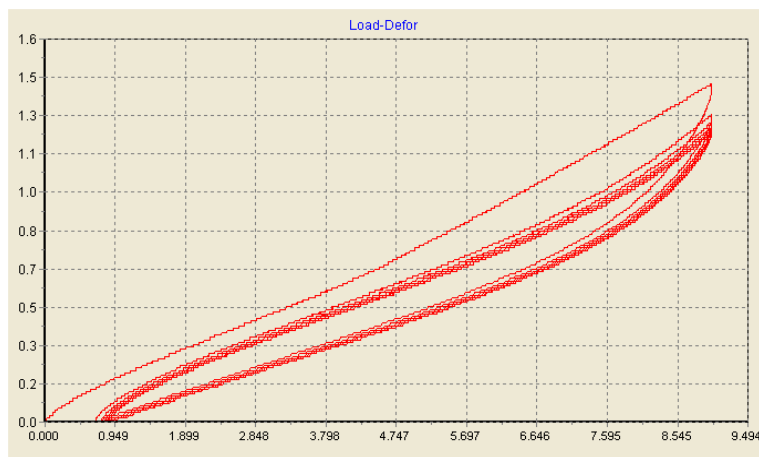


Fig. 5. Curba forță [kN] – deformație [mm] pentru specimenul din elastomer simplu

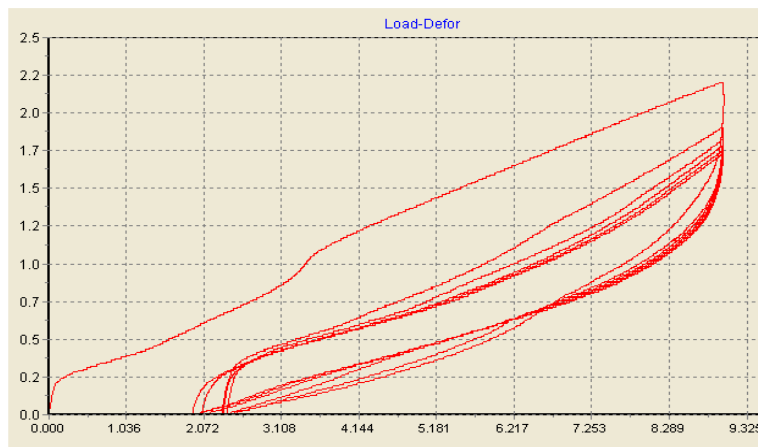


Fig. 6. Curba forță [kN] – deformăție [mm] pentru specimenul din elastomer cu plumb

Conform ASTM D 4014-2003 Anexa A, modulul de forfecare se determină cu relația 3:

$$G = \frac{2 \cdot (F_2 - F_1)}{A} \quad (3)$$

unde: F_1 - 2% din forța maximă de forfecare, căreia îi corespunde o deplasare x_1 ;

F_2 - forța corespunzătoare deplasării $x_2 = x_1 + 0.5h$; h reprezintă grosimea unei epruvete de elastomer;

A - aria de forfecare a unei epruvete de elastomer.

În urma încercărilor de laborator, valorile modulilor de forfecare obținute sunt prezentate în tabelul 1 și tabelul 2:

Tabel 1. Modulii de forfecare ai specimenului din elastomer simplu

	d=3 mm	d=6 mm	d=9 mm
G [MPa]	0,74	0,55	0,52

Tabel 2. Modulii de forfecare ai specimenului din elastomer cu plumb

	d=3 mm	d=6 mm	d=9 mm
G [MPa]	1,3	1,1	0,8

4. CONCLUZII

Scopul acestui studiu a fost de a analiza comportarea elastomerilor cu și fără inserție de plumb la solicitarea de forfecare.

În urma încercărilor de laborator s-a constatat că valorile cele mai mari ale modulului de elasticitate transversal s-au obținut în cazul specimenului din elastomeri cu miez de plumb cu aproximativ 76 % în cazul deformației de 3 mm, cu 100 % la deformația de 6 mm și 80% în cazul deformației de 9 mm. Rolul miezului de plumb este de a crește capacitatea de disipare a energiei.

În concluzie, reazemele din elastomeri cu miez de plumb utilizate la izolarea seismică a bazei oferă atât rigiditate inițială maximă cât și disiparea energiei histeretice.

Bibliografie

1. ASTM D 4014-2003, Anexa A: Determination of shear modulus.
2. FEMA 274-1997, Federal Emergency Management Agency: NEHRP Commentary on the Guidelines for the Seismic Rehabilitation of Buildings, Washington, D.C.
3. Mavronicola, E., Komodromos, P., The effect of non-linear parameters on the modeling of multi-storey seismically isolated buildings, Fifteenth World Conference on Earthquake Engineering, Lisabona, Portugalia, 2012.
4. Hoseini Vaey, S. R., Naderpour, H., Kalantari, S. M., Fakharian, P., Proposing the Optimized Combination of Different Isolation Bearings Subjected to Near-Fault Ground Motions, Fifteenth World Conference on Earthquake Engineering, Lisabona, Portugalia, 2012.
5. <http://ro.scribd.com/doc/78498246/Curs-7-Dispozitive-Speciale1>
6. INCERC-Filiala Iași, Ghid privind proiectarea sistemelor de izolare seismică pasivă (reazeme, disipatori) a clădirilor – Sinteza observațiilor și redactarea a II-a, 2002.
7. Kelly, T. E., Design Guidelines: Base Isolation of Structures, Holmes Consalting Group, Wellington, New Zealand, 2001.
8. Naeim Naeim, F., Kelly, J. M., Design of seismic isolated structures, From Theory to Practice, John Wiley & Sons, Inc., New York, 1999.
9. P 100-2013, Cod de proiectare seismică.

Calitatea clădirilor rezidențiale în conceptul proiectării și dezvoltării regenerative

Parincu Paul-Dorian

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

Rezumat

Lucrarea presupune analizarea calității construcțiilor rezidențiale existente pe baza criteriilor de performanță ale utilizatorilor, urmărind tranziția conceptelor de proiectare de la “clădirea verde”, la dezvoltarea sustenabilă și regenerativă. Exigențele specifice clădirilor de locuit se află într-o continuă evoluție dinamică datorată creșterii nevoilor și aspirațiilor utilizatorilor, a creșterii economice, a evoluției tehnologice, a schimbării concepției economico-ecologică globale asupra utilizării resurselor de mediu.

Cuvinte cheie: calitatea locuirii, confort adaptiv, dezvoltare regenerativă, resurse, impact minim asupra mediului

1. INTRODUCERE

Clădirile rezidențiale realizate înainte de 1990 în țara noastră au o serie de deficiențe de ordin general - de concepție și dobândite în exploatare - ce trebuiesc stabilite ca urmare a unui diagnostic privind starea actuală de degradare și a felului în care răspund în prezent exigențelor utilizatorilor, deficiențe ce definesc direcțiile și prioritățile reabilitării, obiectivele ce trebuiesc atinse printr-un proiect de reabilitare care să cuprindă atât intervențiile arhitecturale, constructive și tehnice la nivelul clădirilor, cât și cele urbanistice la nivelul ansamblului.

Teoria proiectării și dezvoltării regenerative este relativ nouă și se află într-o stare de evoluție continuă și dinamică.

Proiectarea regenerativă pune accent pe relația partenerială dintre sistemele umane și cele naturale, mai mult decât pe cele manageriale. Pe o axă degenerativ – regenerativ, conceptul de sustenabilitate se află în punctul neutru, punct tranziție dintre sistemele degenerative și sistemele regenerative.

Sistemele degenerative tranziționează spre sustenabilitate prin conceptele de proiectare convenționale și cele ale actualelor clădiri verzi. Sistemele regenerative, de la conceptul de sustenabilitate, la conceptul de proiectare și dezvoltare regenerativă, găsesc la mijloc conceptul de proiectare restaurativă. (figura 1)

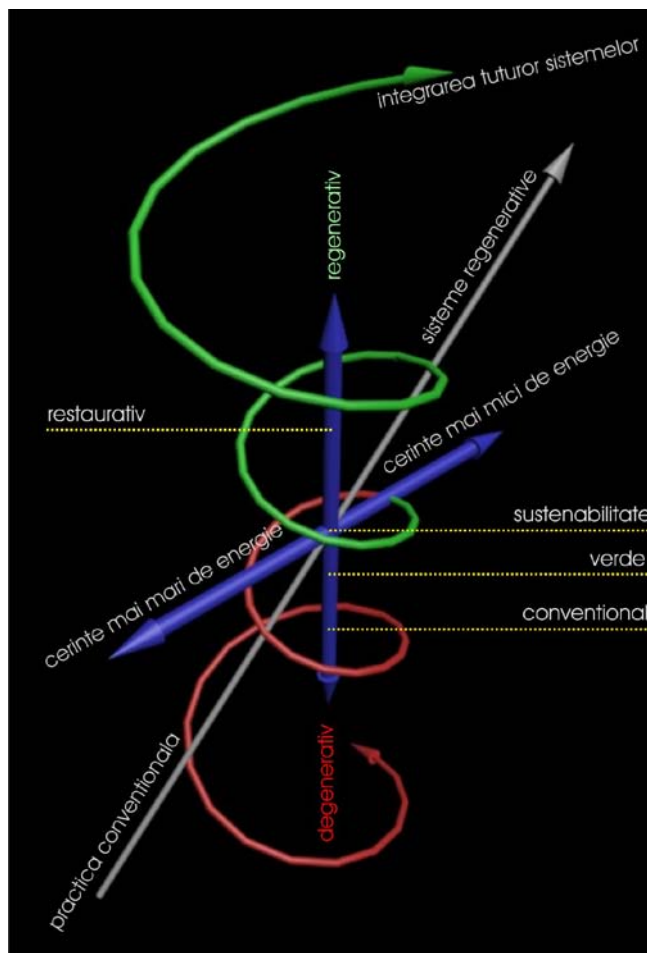


Fig.1. Traiectoria regenerării

2. CONCEPTE DE EVALUARE A CALITĂȚII CLĂDIRILOR ÎN RELAȚIA CU MEDIUL ȘI CU PERCEPȚIA UTILIZATORILOR

2.1. Proiectarea „verde”

Criteriile de performanță urmărite în proiectarea verde urmăresc performanța în relația cu mediul a clădirilor prin:

- reducerea efectului negativ asupra siturilor naturale sau sensibile;
- reducerea nevoii de noi infrastructuri;
- reducerea impactului asupra naturii și ecologiei sitului în timpul construcției;

- reducerea potențialului efect negativ cauzat de emisii și scurgeri;
- minimalizarea disconfortului ocupanților;
- minimalizarea cantității de substanțe nocive și iritante din interiorul clădirilor.

2.2. Proiectarea sustenabilă

Conceptul de sustenabilitate pune accentul pe problema resurselor naturale, pe energie, modul de reducere al impactului asupra mediului natural, conceptele de proiectare, aspectele tehnice, materialele de construcție, construcția elementelor componente.

Analiza unei construcții sustenabile trebuie să țină cont de trei aspecte principale:

1. Aspecte economice:

- realizarea unei investiții suportabile din punctul de vedere al bugetului alocat;
- costuri mici de utilizare și de întreținere;
- păstrarea valorii pe timpul existenței sale;
- să aibă o incidență favorabilă asupra industriei locale de materiale de construcții, și asupra pieței de muncă.

2. Aspecte privitoare la mediu:

- să aibă un impact cât mai mic asupra locației și a mediului înconjurător;
- să utilizeze materiale de construcție locale sustenabile și reutilizabile;
- să genereze o cantitate redusă de deșeuri;
- să consume cât mai puțină energie neregenerabilă;
- să genereze cât mai puțin trafic, printr-o alegere judicioasă a locației.

3. Aspecte ce privesc societatea:

- să corespundă întocmai cerințelor stipulate în caietul de sarcini;
- să asigure siguranța și confortul utilizatorilor;
- să poată accepta exigențele viitoare;
- să favorizeze o dezvoltare armonioasă a relațiilor sociale și umane.

Soluțiile tehnice în proiectarea sustenabilă a clădirilor privesc urmărirea următoarelor aspecte:

- confortul acustic;
- confortul termic;

- confortul vizual;
- iluminatul natural;
- calitatea aerului interior;
- siguranța și securitatea;
- analiza energetică a clădirii;
- costul ciclului de viață;
- accesibilitatea utilizatorilor;
- flexibilitatea și adaptabilitatea spațiilor;
- utilizarea energiilor regenerabile (panouri solare, module fotovoltaice, energie geotermică, turbine eoliene, gaz produs din biomasă, etc.);
- utilizarea sistemelor de mare performanță pentru încălzire, ventilare și aer condiționat;
- utilizarea iluminatului electric de mare performanță;
- asigurarea accesului luminii naturale fără a crea un dezechilibru în raportul pierderii/câștigării de căldură;
- proiectarea judicioasă a corpurilor de iluminat;

Încadrarea în mediul înconjurător:

- însorirea, amplasarea față de punctele cardinale;
- amplasarea față de direcția dominantă a vânturilor;
- amplasarea de perdele de vegetație.

Utilizarea de materiale și produse cu impact energetic și ecologic redus:

- materiale recuperate din demolări non-distructive;
- alegerea de materiale care au mai puțină nevoie de întreținere și a căror întreținere să aibă efecte minime asupra mediului;
- materiale reciclabile și re folosibile;
- alegerea de materiale și finisaje cu impact scăzut asupra mediului în timpul fabricării, aplicării și utilizării;
- materiale de finisaj fără conținut de metale grele, substanțe cancerigene sau toxice.

Utilizarea eficientă a apei:

- utilizarea de instalații eficiente de furnizare a apei;

- reutilizarea apei de canalizare sau a apei gri;
- stocarea și utilizarea apei meteorice.

2.3. Proiectarea regenerativă

Paradigma regenerativ-sustenabil se adresează relației disfuncționale om-natură, intrând într-un parteneriat co-creativ cu natura, având scopul de a restaura și a regenera sistemul social-ecologic global printr-un set local de reglementări ecologice și de practici ingineresti, cu rădăcini în context.

Proiectarea regenerativă promovează locul ca punct de plecare primar și conexiunea oamenilor cu spiritul locului.

Moderniștii au înlocuit semnificația locului cu o noțiune mai abstractă (totalitatea cadrului general al unui caz particular...). Anii '60 și '70 au adus noțiunea de proiectare bioclimatică și bioregionalism.

Bioregionalismul se poate defini ca încercarea de a dezvolta comunitatea integrând-o în ecosistemele înconjurătoare – înțelegerea locului, specificului locului unde trăim.

Regionalismul pune accentul pe specificul locului în sens arhitectural, ca un remediu la omogenitate și mediocritate în mediul construit existent.

Regionalismul critic are ca strategie medierea impactului civilizației universale cu elemente derivate indirect din particularitățile locale.

Respectul locului este cheia distinctivă dintre proiectarea “verde” și proiectarea regenerativă. Instrumentele proiectării “verzi” tind să niveleze distincțiile regionale și culturale, pe când proiectarea regenerativă caută înțelegerea sistemului în totalitatea lui.

Proiectarea regenerativă construiește capacitățile regenerative și de autoînnoire ale sistemelor naturale și proiectate, crează condițiile pentru evoluția durabilă și pozitivă.

3. METODOLOGIA DE EVALUARE ȘI ANALIZĂ A PERFORMANTELOR FUNCȚIONALE ALE CLĂDIRII

Confortul termic se definește prin condiția mentală ce exprimă satisfacția privitoare la ambianța termică, fiind obiectul unei evaluări subiective.

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

Confort PMV (Predicted Mean Vote) a fost dezvoltat pe principiul balanței termice și a datelor experimentale colectate într-o cameră cu mediul controlat și se referă la indicii de performanță al confortului perceput de utilizatorii unei clădiri, pe o scală de șapte puncte, de la -3(rece) la +3(cald), unde 0 corespunde neutralității termice (valoarea ideală). Pentru aflarea procentului de satisfacție al utilizatorilor unei clădiri, se apelează la o ecuație ce implică PPD (Predicted Percentage Dissatisfied) – procentul de insatisfacție. 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 folosește modelul PMV pentru reglarea condițiilor de mediu interior, cu cerința ca minim 80% din ocupanți să fie satisfăcuți.

3.2. Confortul adaptiv

Conceptul de confort adaptiv subliniază faptul că ocupanții clădirilor nu sunt recipiente pasive ale mediului termic sugerat de diagramele căldură/frig ci participanți activi în interacțiunea dintre clădire și ocupanți. 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. Practic, există trei categorii de adaptare termică, și anume de comportament, fiziologice și psihologice. Acțiunile rezidenților țin de factori sociali, culturali și tehnici.

Modelele de confort termic adaptiv sunt implementate de standardul european EN 15251 și ISO 7730 în cazul clădirilor hibrid și ASHRAE 55 în cazul clădirilor ventilate natural.

3.3. SISTEME DE EVALUARE INTERNAȚIONALE

LEED - Leadership in Energy and Environmental Design - este un sistem de evaluare pentru proiectarea, construcția, operarea și întreținerea clădirilor verzi, locuințelor și a vecinătăților lor. Este dezvoltat de U.S. Green Building Council (USGBC) și este destinat pentru a ajuta proprietarii de construcții și operatorii să fie responsabili față de mediu și utilizarea eficientă a resurselor.

Conform LEED 2009 există 100 de puncte de bază posibile distribuite pe șase categorii de credite: site-uri durabile, eficiența apei, energie și atmosferă, materiale și resurse, calitatea mediului interior, inovație în design. Până la 10 puncte

suplimentare pot fi obținute astfel: patru puncte suplimentare pot fi primite pentru credite prioritare regionale; șase puncte suplimentare pentru inovație în design.

Clădirile se pot califica pentru patru niveluri de certificare: certificat: 40-49 puncte; argint: 50-59 puncte; aur: 60-79 puncte; platină: peste 80 puncte.

Sistemul de credite de performanță LEED 2009 are drept scop de a aloca puncte pe baza potențialelor efecte asupra mediului și beneficiile aduse omului din fiecare credit.

BREEAM - Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology, dezvoltată de Marea Britanie și publicată pentru prima dată în 1990 de către Building Research Establishment (BRE), este cea mai veche și utilizată metodă de evaluare, clasificare și certificare a sustenabilității clădirilor. BREEAM lucrează în folosul creșterii gradul de conștientizare în rândul proprietarilor, ocupanților, proiectanților și operatorilor clădirilor de beneficiile unei abordări sustenabile. Folosind evaluatori autorizați independenți, BREEAM evaluează în baza unor criterii științifice care acoperă o gamă largă de probleme în categorii care privesc consumul de apă și energie, sănătate și bunăstare, poluare, transport, materiale, deșuri, ecologie și procese manageriale. Clădirile sunt evaluate și certificate pe o scară de la "promovat", "bine", "foarte bine", "excellent" și "remarcabil". BREEAM este utilizat în mai mult de 50 de țări, cele mai multe fiind din Europa și dezvoltând sisteme de BREEAM specifice fiecărei țări. În prezent, există Oficii Naționale de Statistică afiliate la BREEAM în: Olanda, Spania, Norvegia, Suedia, Germania, Austria, Elveția și Luxemburg.

CASBEE - Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency - este un instrument de evaluare și de clasificare a performanței de mediu a clădirilor și a mediului construit dezvoltat în Japonia de către Japan Green Build Council (JaGBC) și Japan Sustainable Building Consortium (JSBC).

Green Star este un sistem cuprinzător, național, voluntar de rating de mediu care evaluează proiectarea, construcția de clădiri și comunități ecologice, dezvoltat de GBCA Technical Working Group (TWG), o colaborare voluntară a experților de mediu și industrie din Australia. Clădirile se pot califica pentru trei niveluri de certificare: 45-59 puncte: 4 stele; 60-74 puncte: 5 stele; peste 75 puncte: 6 stele.

LENSES framework - Living Environments in Natural, Social, and Economic Systems. Acest cadru de lucru conturează un proces pentru a ajuta comunitățile și echipele de proiectare să creeze locuri unde sistemele naturale, sociale și economice se pot dezvolta și prospera. LENSES este atât un proces cât și un instrument de măsurare conceput pentru a ajuta echipele să își stabilească obiective și să exploreze în mod eficient relațiile și interconexiunile, în scopul de a crea „locuri” restaurative și regenerative. Puterea LENSES constă în capacitatea sa de a ajuta grupurile să ia în considerare concepte și elemente care lipsesc de multe ori în alte cadre și instrumente, cum ar fi incluziunea, resursele financiare, resursele

culturale, contextul regional, educația, autoritate împărtășită și de guvernare, precum și creșterea prosperității. LENSES oferă o cale clară pentru a facilita circulația spre regenerare, soluții bazate pe „loc” în mediul construit. Instrumentul de lucru nu oferă soluții predeterminate, și poate fi folosit ca un instrument complementar la alte metode de evaluare, clasificare și certificare a sustenabilității clădirilor.

4. CONCLUZII

Strategiile clădirilor verzi, obiectivele de performanță și metodele de evaluare asociate subliniază în prezent modalitățile și măsura în care clădirile ar trebui să atenueze epuizarea resurselor și degradarea mediului la nivel global și local. Prin contrast, noțiunea de proiectare și dezvoltare regenerativă evidențiază o relație co-evolutivă, un parteneriat între oameni și mediul natural.

Noțiunile de „verde”, sustenabil și regenerativ poartă diferite conotații calitative, fiind necesară o clarificare a distincțiilor și relațiilor dintre ele, pentru a înțelege cum demersul proiectării și instrumentele conexe pot evolua în viitor. În primul rând, înțelegerea relației dintre proiectarea „verde”, sustenabilă și regenerativă (împreună cu instrumentele de evaluare asociate), punând un accent pe modul în care acestea abordează și angrenează sistemele și procesele naturale. În al doilea rând, tipul de discuții pe care aceste trei abordări îl generează în cadrul echipei de proiectare și între echipa de proiectare și clienții săi în ceea ce privește înțelegerea sistemelor naturale, consolidarea unei conexiuni între clădire și „loc”. În cele din urmă, potențialul intrinsec de abordări în proiectarea „verde”, sustenabilă și regenerativă pentru a crea schimbările necesare și oportune în îmbunătățirea performanței. Una dintre cele mai importante diferențe - și centrală la această discuție - se află în modurile în care incertitudinea rezultatelor pe termen lung asociate cu diferite decizii de proiectare este recunoscută și regăsită în design.

Bibliografie

1. Raymond, J. Cole (2012) Regenerative design and development: current theory and practice, Building Research & Information, 40:1, 1-6, DOI: 10.1080/09613218.2012.617516;
2. Josette, M. Plaut; Brian, Dunbar; April, Wackerman & Stephanie, Hodgkin (2012) Regenerative design: the LENSES Framework for buildings and communities, Building Research & Information, 40:1, 112-112, DOI: 10.1080/0969613218.2012.619685;
3. Adrian, Cristescu, Contribuții asupra conceptului de sustenabilitate aplicat la construcții civile (teză de doctorat), Universitatea Tehnică de Construcții București, Facultatea de Construcții Civile, Industriale și Agricole, București, 2011.
4. Jacob, A. Littman, Regenerative Architecture: A Pathway Beyond Sustainability (2009). Master Theses. Paper 303, University of Massachusetts - Amherst;
5. Fanger, P. Ole (1970). Thermal Comfort: Analysis and applications in environmental engineering. McGraw-Hill.

6. Fergus, V. Nicol; Michael, Humphreys (2002). "Adaptive thermal comfort and sustainable thermal standards for buildings". *Energy and Buildings* 34 (6): 563–572. doi:10.1016/S0378-7788(02)00006-3.
7. John, H. Scofield, (2013). "Efficacy of LEED-certification in reducing energy consumption and greenhouse gas emission for large New York City office buildings". *Energy and Buildings* 67: 517–524. doi:10.1016/j.enbuild.2013.08.032.
8. Sharifi, Ayyoob; Akito Murayama. "Neighborhood Sustainability Assessment in Action: Cross-Evaluation of Three Assessment Systems and Their Cases from the US, the UK, and Japan". *Building and Environment*. doi:10.1016/j.buildenv.2013.11.006.

Corelația dintre variația presiunii de umflare și unghiul frecării interioare în cazul argilelor active

Plătică Elena Irina (Ciobanu) ,

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

Rezumat

Potențialul de umflare al pământurilor expansive depinde în principal de proprietățile pământului, de factorii de mediu și de condițiile de efort. În acest studiu, proprietățile geotehnice (fizice) ale argilelor active au fost utilizate pentru evaluarea parametrilor rezistenței la forfecare ai acestora. S-a urmărit obținerea unor corelații specifice între umiditate și indicele de plasticitate și respectiv unghiul frecării interne.

Cuvinte cheie: argile active, rezistența la forfecare, indice de plasticitate, corelații.

1. INTRODUCERE

Pământurile expansive conțin argilă montmorilonitică, mineral care este capabil să absoarbă o mare cantitate de apă și să se umfle. Fenomenul de expansivitate al argilei este mai accentuat în apropierea suprafeței pământului unde acesta este supus la schimbările sezoniere și de mediu. Apa pe care o absorb conduce la creșteri de volum ale acestora. Atunci când le scade umiditatea, pământurile își micșorează volumul conducând la apariția de fisuri în pământ. Aceste fisuri ajută apa să pătrundă în straturile profunde atunci când aceasta este prezentă. Acest lucru produce un ciclu de contracție și umflarea care cauzează pământului numeroase modificări de volum.

Efectul umflării contracției ciclice asupra comportamentului pământurilor naturale a fost studiat de mulți cercetători (Popescu, 1980; Chen și Ma, 1987; Subba Rao și Satyadas, 1987; DIF și Blumel, 1991; Day, 1994; Al Homoud et al, 1995; Bilsel, 2002 ; Tripathy, 2002).

Pământurile potențial expansive pot fi de obicei identificate în laborator, prin proprietățile lor de plasticitate. Argilele anorganice cu plasticitate mare, în general cele cu limite de lichiditate de peste 50 la sută și cu un indice de plasticitate peste 30, au de cele mai multe ori o capacitate de umflare mare și prezintă schimbări de volum.

Determinarea valorii presiunii de umflare a argilelor active este necesară în vederea unei proiectări corecte și economice a construcțiilor fondate în asemenea pământuri. Din studiile efectuate de numeroși cercetători s-a constatat că valoarea presiunii de umflare depinde de numeroși factori. Printre aceștia se pot cita:

valoarea inițială a umidității, gradul de consolidare, mineralele argiloase componente, procentul de particule coloidale etc. Având în vedere că factorii prezentați conduc și la variația valorii unghiului frecării interioare a pământului s-a căutat să se găsească o corelație între variația unghiului frecării interioare, relativ ușor de determinat experimental și variația presiunii de umflare a argilelor active.

2. CARACTERIZAREA ARGILELOR ACTIVE

Pământurile susceptibile la umflări și contracții mari pot fi identificate prin încercări de clasificare. În urma acestor proceduri de identificare au fost dezvoltate corelații ale rezultatelor încercărilor de clasificare cu rezultatele încercărilor de umflare efectuate în edometre pe probe netulburate de pământ. Datele de clasificare cele mai utile pentru identificarea potențialului de umflare includ limita de lichiditate (I_L) și indicele de plasticitate (I_p).

Metoda de laborator recomandată pentru determinarea variației de volum sau a presiunii de umflare a pământurilor cu umflări și contracții mari este încercarea edometrică.

Sucțiunea pământului este un parametru care de asemenea poate fi utilizat pentru a caracteriza efectul umidității asupra schimbărilor de volum și, prin urmare, pentru a determina umflarea terenului de fundare. Sucțiunea este un efort de întindere exercitat asupra apei din pământ.

Funcție de procentul de argilă cu diametrul mai mic de 0,002 mm (A_2), indicele de plasticitate (I_p), indicele de activitate ($I_A = I_p / A_2$), criteriul de plasticitate (C_p), umflarea liberă (UL), limita de contracție (w_s), contracția volumică (C_v), căldura maximă de umezire (q_{umax}), umiditatea corespunzătoare sucțiunii la 15 bari (w_{15}) și presiunea de umflare (p_u), se deosebesc trei categorii de pământuri (SR EN ISO 14688-2/2005 și NE 0001-96).

Tabelul 1- Caracteristici fizice și mecanice specifice pământurilor cu umflări și contracții mari

Caracteristici	Simbol	Definiție
Caracteristici fizice		
Granulozitate		Conținutul procentual de granule, având diametrul egal și mai mic decât 0,002 mm.
Indice de plasticitate	I_p	$I_p = w_L - w_p$ w_L – limita superioară de plasticitate w_p – limita inferioară de plasticitate
Indice de activitate	I_A	Caracterizează contracția unui pământ $I_A = I_p / A_2$ I_p – indicele de plasticitate A_2 – procentul de particule cu diametrul $\leq 0,002$ mm
Criteriul de	C_p	Caracterizează contractilitatea unui

plasticitate		pământ atunci când $I_p \geq C_p$ $C_p = 0,73(W_L - 20)$
Umflarea liberă	U_L	Reprezintă diferența dintre volumul final și volumul inițial raportată la volumul inițial $U_L = (V_f - V_i) 100 / V_i$ (%) V_f – volumul final, V_i = volumul inițial
Capacitate de adsorbție	C_A	Reprezintă raportul procentual dintre masa de apă adsorbită prin sucțiune și masa de pământ uscat $C_A = W_L / M_u$
Căldura maximă de umezire	q_u	Este dezvoltată de unitatea de masă, și este cantitatea de căldură degajată la umezirea până la saturație a unui gram de pământ uscat în etuvă la 105°C.
Umiditatea corespunzătoare sucțiunii de 15 bari		Se folosește logaritmul zecimal al acestei cifre notat p.F.
Limita de contracție	w_s	Umiditatea sub care nu mai au loc variații importante de volum ale pământului la variații de umiditate. $w_s = w_i - (V_i - V_f) \rho_w 100 / m_d$ V_f – volumul final, V_i = volumul inițial; w_i – umiditatea inițială, egală cu umiditatea de saturație w_{sat} , în cazul probelor netulburate și respectiv w_L în cazul probelor remaniate aduse la limita de curgere.
Contracția volumică	C_v	Reprezintă raportul procentual dintre variația de volum datorită uscării unui pământ saturat și volumul final. $C_v = (V_i - V_f) 100 / V_f$ V_i – Volumul inițial al probei înainte de uscare; V_f – Volumul final al probei după uscare.
Indicele de contracție - umflare	I_{cu}	Stabilește tendința de variație a volumului când umiditatea pământului variază între limita de contracție ($I_{cu} = 1$) și umiditatea de saturație ($I_{cu}=0$) $I_{cu} = (w_{sat} - w) / (w_{sat} - w_s)$ Dacă: $I_{cu} = 0$ - posibil numai fenomene de contracție; $0 < I_{cu} < 1$ - posibile

		fenomene de contracție și de umflare; $I_{cu} = 1$ – posibile doar fenomene de umflare.
Caracteristici mecanice		
Presiunea de umflare	p_u	Presiunea dezvoltată de un pământ aflat într-o incintă având umiditatea apropiată de valoarea limitei de contracție în urma inundării

3. CORELAȚIA DINTRE UNGHIUL FRECĂRII INTERIOARE ȘI INDICELE DE PLASTICITATE

Pentru diferite minerale argiloase, între valoarea reziduală a unghiului frecării interioare și indicii de plasticitate al acestor minerale a fost stabilită o corelație aproximativ liniară. Cercetările efectuate pe argilele active de Bahlui au evidențiat existența unor corelații între unghiul frecării interioare și indicii de plasticitate și între unghiul frecării interioare și umiditatea naturală (figurile 1a și 1b).

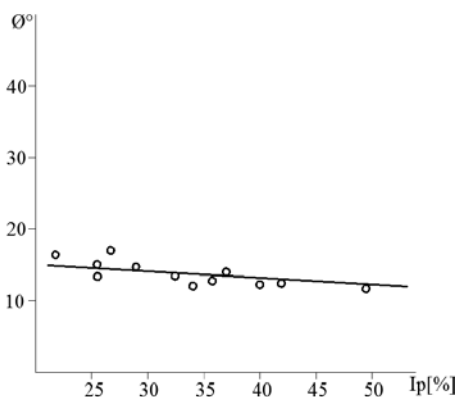


Fig. 1.a Variația $\Phi - I_p$ pentru probe din șesul aluvial al râului Bahlui

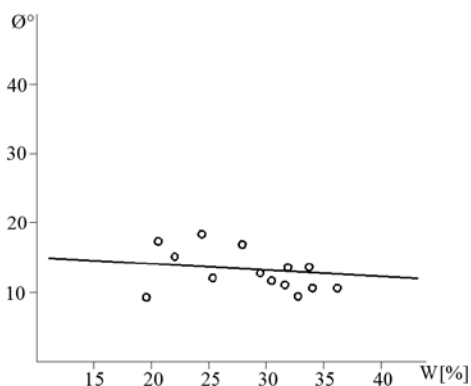


Fig. 1.b Variația $\Phi - W$ pentru probe din șesul aluvial al râului Bahlui

Corelațiile existente au permis să se stabilească ecuațiile unor drepte de regresie de forma relației 1:

$$y - y' = b_{xy}(x - x') \quad (1)$$

Pentru ecuațiile dreptelor de regresie s-au obținut relațiile 2 respectiv 3:

$$\phi = 16,29532 - 0,1278611 I_p \quad (2)$$

$$\phi = 17,5341 - 0,21798 W \quad (3)$$

Utilizând pentru determinarea presiunii de umflare relația propusă de Nayak și Christensen (relația 4):

$$p_h = 0,2470 \times 10^{-2} \times I_p \frac{A_2^2}{W_i^2} + 0,2614 \quad (4)$$

se obține, în cazul argilei de Bahlui, variația presiunii de umflare conform graficului din figura 2.

Comparând valorile obținute prin utilizarea relației 4 cu cele obținute pe cale experimentală se constată o apropiere a acestor valori.

Înlocuind relațiile pentru I_p și W_i scoase din relațiile 2 și 3 se obține o relație pentru presiunea de umflare funcție de unghiul frecării interioare și procentul de particule cu diametrul mai mic de 0,002 mm.

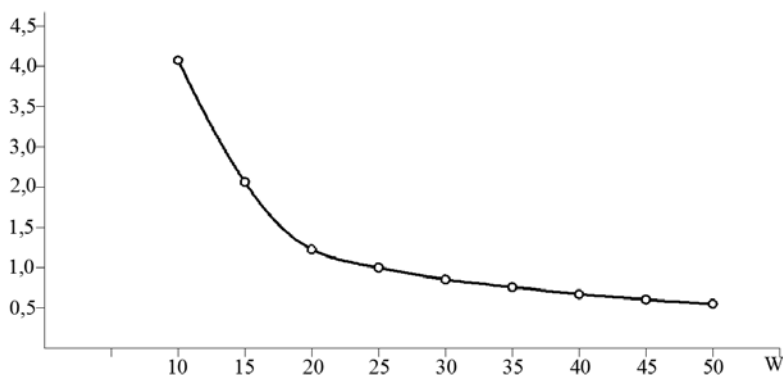


Figura 2- Variația presiunii de umflare cu umiditatea

Verificând relația, înlocuind valori particulare ale unghiului frecării interioare și ale procentului de particule cu diametrul mai mic de 0,002 mm se obțin valori ale presiunii de umflare îndepărtate de cele obținute experimental.

S-a încercat obținerea unei corelații între valorile sinusului unghiului frecării interioare obținute prin calculul statistic al valorilor din executarea a 112 foraje și valoarea indicelui de plasticitate corespunzător.

Corelațiile obținute (figura 3) au permis să se stabilească relația 5:

$$\sin \phi = 0,7 - 0,007 I_p \quad (5)$$

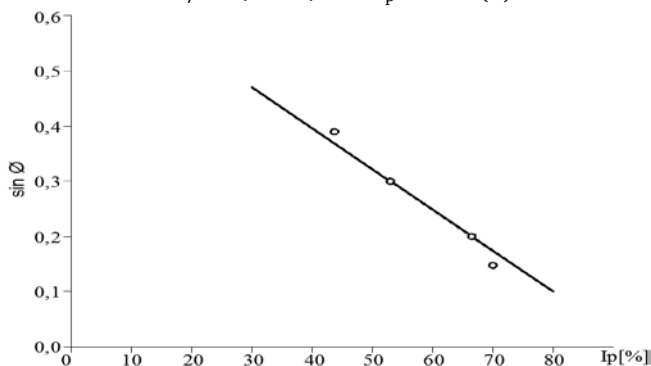


Figura 3-Variația $\sin \phi$ - I_p

Înlocuind expresia pentru I_p în relația 4 se obține relația 6:

$$p_h = 0,2470 \times 10^{-2} \left(100 - \frac{\sin \phi}{0,007} \right) \frac{A_2^2}{W_i^2} + 0,2614 \quad (6)$$

Verificând relația obținută, înlocuind valori particulare pentru A_2 și W_i , rezultă valori foarte apropiate de cele obținute pe cale experimentală.

4. CONCLUZII

Cunoscând unghiul frecării interioare, compoziția granulometrică și umiditatea naturală pentru terenurile de fundare studiate cu ajutorul relației 6 se poate determina orientativ valoarea presiunii de fundare pe direcția verticală. Se constată că relația obținută în primul caz când s-au luat în considerare un număr mic de valori experimentale nu conduce la rezultate general valabile.

Utilizând rezultatele obținute urmare a executării unui număr mare de foraje s-a putut ajunge la o relație ce poate fi folosită pentru obținerea unei valori necesare în cazul predimensionării construcțiilor fundate în argile active.

Bibliografie

- 1.Chen, F.H. & Ma, G.S. (1987). Swelling and shrinkage behavior of expansive clays. 6th International Conference on Expansive soils. New Delhi, 127-129.
- 2.Popescu, M. (1980). Behaviour of expansive soils with crumb structures. In Proceedings of the 4th International Conference on Expansive Soils. Denver, Co., pp. 158-171.
- 3.Tripathy, S., Rao, K.S. & Fredlund, D.G. (2002). Water content-void ratio swell shrink paths of compacted expansive soils. Canadian Geotechnical Journal, 39, 938-959.
- 4.V.Muşat. Geotehnică, Universitatea Tehnică "Gheorghe Asachi", Iași 2003

Concepte moderne privind durabilitatea construcțiilor din beton

Plian Diana,

doctorand, Facultatea de Construcții și Instalații Iași, email:plian.diana@yahoo.com

Rezumat

Proiectarea modernă a construcțiilor din beton este un proces complex care ține seama, pe lângă exigențe referitoare la rezistența și stabilitatea structurală, și de interacțiunea dintre material și mediul înconjurător.

Conceptul de durabilitate este analizat în detaliu și sunt enumerate mijloacele de obținere a unei comportări corespunzătoare a construcțiilor pe durata lor de viață.

Lucrarea propune și o strategie de proiectare și verificare a structurilor din beton armat în scopul atingerii duratei de viață estimată, fără costuri de reabilitare crescute și fără un impact semnificativ asupra mediului.

Cuvinte cheie: beton, durabilitate, criterii de performanță.

1. INTRODUCERE

Betonul armat se dovedește în continuare o soluție viabilă pentru realizarea unei diversități de structuri deoarece poate îndeplini diferite funcționalități, putând fi exploatat în cele mai diverse medii. Avantajele pe care le conferă această soluție sunt legate de faptul că materialele din care se produce betonul sunt răspândite pe tot globul, comportarea în timp a betonului corect proiectat este corespunzătoare și că acest material de construcție este relativ ieftin raportat la performanțele sale.

În ultimele decenii s-au produs schimbări majore în ceea ce privește concepția de proiectare și realizare a structurilor din beton armat.

Se consideră că îndeplinirea exclusiv a condițiilor de rezistență și stabilitate reprezintă o concepție depășită. S-a impus luarea în considerare și a altor aspecte care țin de comportarea în timp și durabilitatea construcțiilor. Această abordare urmărește aspecte tehnice, ecologice și economice.

Din punct de vedere al rezistenței, betonul este caracterizat prin clasa sa de rezistență la compresiune, celelalte caracteristici fiind legate în mare măsură de această caracteristică. Alegerea clasei de beton se face având în vedere în primul rând asigurarea cerințelor de rezistență ale elementelor și structurilor din beton.

Extinderea claselor betonului și la durabilitate va realiza o mai bună interferență între proiectarea de rezistență și proiectarea durabilității și de asemenea va conduce la realizarea unei legături între toți factorii care concură la asigurarea durabilității

construcțiilor din beton armat (proiectanți, executanți, producători de materiale de construcții și de beton).

2. PREOCUPĂRI PRIVIND DURABILITATEA BETONULUI

Studiul betonului armat cunoaște dezvoltări continue, fiind în centrul preocupărilor specialiștilor din țară și străinătate. Se poate afirma că numai noțiunea de durabilitate este de dată mai recentă, preocupările care definesc acest domeniu apărând practic odată cu observarea comportării în timp a construcțiilor și a constatării unor degradări premature a structurilor din beton armat aflate în diferite medii. Literatura de specialitate a consemnat aceste preocupări începând cu anii 50, când s-au elaborat studii privind patologia betonului armat [1]. Aceste lucrări au stabilit câteva principii referitoare la asigurarea unei bune comportări în timp a construcțiilor.

Importanța durabilității și totodată explicarea dezvoltării fără precedent în ultima perioadă a preocupărilor și realizărilor în acest domeniu sunt legate în principal de două aspecte și anume:

- durabilitatea privită ca fiind în relație directă cu siguranța structurală (au fost semnalate cedări ale unor construcții datorate unor cauze legate de durabilitatea structurilor);
- rațiuni economice - o construcție durabilă reprezintă, per ansamblul duratei de viață, cea mai bună investiție (potrivit unor statistici recente circa 40% din totalul producției de materiale de construcții din țările industrializate se îndreaptă către operațiunile de reparare și întreținere).

Proiectarea construcțiilor din beton armat trebuie să țină seama de aspecte legate de menținerea caracteristicilor materialelor în limite care să asigure o comportare corespunzătoare a construcțiilor pe durata lor de viață.

De asemenea, evaluarea durabilității trebuie să indice starea la un moment dat a materialelor, elementelor și structurilor din beton armat.

Preocupările specialiștilor s-au concentrat spre determinarea și cuantificarea factorilor care influențează durabilitatea structurilor din beton armat.

Studiile privind durabilitatea au evoluat atât pe plan conceptual, cât și în ceea ce privește abordarea teoretică și practică. Cel mai bine sunt reflectate aceste aspecte de către Baron J. și Olivier J.P. în lucrarea [2] .

Pe baza cunoștințelor acumulate de către specialiști [3] s-ar putea desprinde două reguli generale:

1. **Experiența timpului.** Toate inovațiile trebuie evaluate prin comparație cu ce este cunoscut pentru a putea trece cu succes examenul timpului. Prima regulă scoate în evidență dificultatea rezolvării unor problematici legate de durabilitate numai prin experimentări de laborator, chiar dacă acestea sunt efectuate (de exemplu) în condiții accelerate. Cel mai bun examen al soluțiilor adoptate îl constituie

comportarea în timp sau / și analiza soluțiilor comparativ cu alte soluții “clasice” verificate.

2. Publicarea regulilor de comparație. Comparația între nou și tradițional trebuie să facă obiectul unor studii aprofundate pentru a se putea determina care este cea mai bine adaptată regulă într-o anumită perioadă. Această regulă se referă la dificultatea adoptării unor soluții generale, decizia fiind luată având în vedere atât considerații de ordin tehnic cât și aspecte legate de o anumită optimizare, ținând seama de condițiile economice și sociale. Consecința acestor decizii este apariția unor reglementări specifice care țin seama de evoluția cunoștințelor științifice și de realitățile și nevoile societății aflate pe o anumită treaptă a dezvoltării.

În general aplicarea primei reguli se face în laboratoare de cercetare iar regula a doua se traduce prin elaborarea de reglementări tehnice, de standarde.

Caracteristic acestei epoci de schimbări rapide este tendința de inovare permanentă, astfel încât la nivelul reglementărilor se lasă o libertate mai mare mijloacelor de realizare, definindu-se însă cu claritate nivelele de performanță și modalitățile de verificare a acestora.

3. CALITATEA BETONULUI

Obiectivul calitate se analizează prin performanțe multiple. Se pot defini performanțe legate de durabilitatea betonului dacă acestea sunt cuatificabile. În mod particular, legat de performanțele sale multiple, un beton poate fi durabil într-un anumit mediu și mai puțin durabil în altul.

Durabilitatea are sensuri distincte pentru inginerul de execuție și pentru cel de laborator. Pentru primul durabilitatea constituie un obiectiv iar pentru celălalt un nivel de performanță care-i permite o comparație cantitativă în limitele fixate prin obiectivele cercetărilor experimentale.

Se poate realiza o analiză a relației rezistență - durabilitate.

Rezistența la compresiune este principala proprietate a betonului (care definește și clasa acestuia), cea care permite utilizarea acestuia ca material de construcție. Evident între această rezistență și porozitatea capilară există o relație clară: cu cât porozitatea este mai redusă cu atât rezistența este mai mare.

În general, toate proprietățile betonului depind de această caracteristică a betonului, ca parametru de prim ordin iar întrebarea care se pune este dacă betonul este în aceste condiții și cel mai durabil [4]. Dacă se pornește de la criteriul global al rezistenței la compresiune, durabilitatea poate fi apreciată în două etape:

- parametrii constanți, comparând betoanele la care diferă rezistența la compresiune;
- la rezistențe egale, examinarea parametrilor specifici ai durabilității.

Dacă factorii compoziționali ai betonului sunt de aceeași calitate (liant, agregate, aditivi etc.) betonul cel mai rezistent la compresiune este de asemenea cel mai puțin poros, cel mai puțin permeabil (la gaze sau lichide) iar difuzia ionilor este cea

mai lentă. Din aceste motive betonul cu rezistență mai mare va fi mai durabil vis-a-vis de atacul chimic agresiv și va proteja mai bine împotriva coroziunii armăturii.

La rezistențe egale ale betoanelor la compresiune, există diferențe uneori importante între betoane. În acest caz este insuficientă considerarea rezistenței ca unic criteriu de apreciere a durabilității. Rezistența (și implicit porozitatea) nu este decât un criteriu de prim ordin care trebuie completat cu alte caracteristici ale betonului, cum ar fi permeabilitatea sau difuzia.

Un alt factor foarte important este dimensiunea porilor. La porozități egale, agenții agresivi penetrează cu atât mai greu cu cât porii sunt mai fini. Finețea porilor depinde de tipul de ciment, de adaosuri și chiar de dimensiunea și natura agregatelor.

Astfel, criteriul de rezistență trebuie completat și de alte condiții mecanice, fizice, chimice și tehnologice:

- ca un beton să fie durabil, acesta nu trebuie să fie fisurat. Pentru explicarea clară a acestei condiții trebuie să se facă o distincție între fisurarea intrinsecă legată de comportarea betonului armat, fisurarea funcțională și fisurarea accidentală - care poate fi evitată. De exemplu fisurarea accidentală poate rezulta din contracția betonului, care se poate manifesta la un moment dat după turnare (de la câteva ore la câteva zile după turnare).

- condițiile de ordin chimic ce pot influența durabilitatea betonului sunt legate de compoziția mineralogică a cimentului Portland, de adaosurile din ciment precum și de stabilitatea chimică între ciment și agregate;

oricare ar fi clasa sa de rezistență, betonul trebuie să fi e pus în operă și tratat corespunzător împotriva pierderii apei.

Pentru asigurarea durabilității betonului, trebuie completat criteriul global de rezistență cu alte criterii specifice.

Se poate aprecia că betonul este un material durabil, pentru că practic este întotdeauna posibil să se găsească condiții compatibile între aceste criterii și rezistența betonului. Acestea reprezintă condiții esențiale, responsabilitatea respectării acestor condiții revine tuturor factorilor implicați în realizarea construcțiilor.

4. STRATEGII DE EVALUARE A DURABILITĂȚII BETONULUI

Frecvențele constatări efectuate în diferite ocazii asupra construcțiilor din beton armat au scos în evidență o comportare în timp inadecvată a acestora și au impus, pe plan internațional, dezvoltarea unor strategii generale care să clarifice aspectele degradărilor premature ale construcțiilor. Degradările apărute au fost în relație directă cu condițiile de mediu. A apărut astfel necesitatea orientării măsurilor specifice ce trebuie adoptate la proiectarea construcțiilor noi sau pentru prevenirea intensificării degradărilor prin acțiuni de mentenanță, inspecție, diagnosticare în cazul construcțiilor existente.

O cauză subiectivă care a condus la comportarea inadecvată în timp a construcțiilor a fost și aceea a considerării betonului ca un material durabil în sine, fără a fi necesară adoptarea unor măsuri speciale. În aceste condiții, proiectanții de structuri au fost preocupați aproape exclusiv de caracteristicile de rezistență ale betonului.

Pe plan internațional s-au făcut în ultimii ani eforturi susținute pentru schimbarea acestei concepții. Există în acest sens numeroase cercetări, multe finalizate prin manuale, ghiduri, care accentuează importanța măsurilor ce trebuie luate pentru asigurarea performanțelor construcțiilor din beton pe întreaga durată de serviciu.

În concordanță cu [5] durabilitatea betonului este definită ca fiind proprietatea acestuia de a rezista acțiunilor climatice, chimice, abraziune sau oricăror altor procese de deteriorare.

Un beton durabil este acela care-și păstrează forma inițială, caracteristicile și funcționalitatea în condițiile de mediu pentru care a fost proiectat.

Este deosebit de important de subliniat faptul că această definiție a durabilității este legată de condițiile de mediu. Acest aspect este, de altfel, foarte bine ilustrat în standardul european de beton EN 206-1 [6] și de asemenea în Anexa Națională de aplicare în România a acestui standard.

Dacă definim calitatea ca o aptitudine de satisfacere a nevoilor utilizatorilor, durabilitatea este menținerea acestei calități în timp.

Durabilitatea unei construcții având structura din beton armat sau precomprimat nu reprezintă numai durabilitatea betonului sau a armăturii luate separat, ci a ansamblului structurii în anumite condiții de mediu.

Evident, în condiții de laborator, cercetările experimentale se pot efectua funcție de scopul urmărit pe anumite materiale componente, însă durabilitatea trebuie privită și analizată în ansamblu.

Un aspect semnificativ îl constituie faptul că durabilitatea construcțiilor din beton armat sau precomprimat nu este considerată o problemă numai în cazul mediilor agresive, ci și în cazul mediilor curente, în care se găsesc cele mai multe dintre construcții și la care s-au înregistrat de asemenea fenomene îngrijorătoare de degradare.

Durabilitatea betonului nu este o caracteristică absolută, un beton poate fi proiectat să fie durabil în anumite condiții de mediu, utilizarea lui putând fi inadecvată la schimbarea acestor condiții. De exemplu un beton proiectat să reziste unor medii cu agresivitate chimică nu va fi adecvat pentru medii caracterizate de cicluri de îngheț-dezghet și agenți de dezghețare[7] .

Din această cauză este necesar ca betonul să fie proiectat inclusiv din punctul de vedere al compoziției, funcție de condițiile de mediu și exploatare. Un exemplu edificator privind relațiile complexe care intervin pentru asigurarea durabilității îl constituie faptul că pentru betonul component al unor elemente care vor fi expuse unor medii agresive, durata tratării betonului după turnare trebuie să fie mai mare decât în cazul elementelor care vor fi supuse în medii obișnuite.

Microstructura și proprietățile betonului se schimbă în timp ca rezultat al interacțiunilor cu mediul. Atingerea duratei de viață proiectate, efectuând numai

reparații curente, în condiții de mediu date, cu menținerea performanțelor inițiale poate fi considerată echivalentă cu asigurarea durabilității cerute.

De altfel, toate cerințele formulate de standardele europene privind compoziția betonului (dozaj minim de ciment, raport maxim A/C etc.), grosimea stratului de acoperire cu beton etc., se referă la o anumită durată de viață a structurilor din beton armat, în general de 50 ani.

În afară de interdependența dintre noțiunile de performanță, siguranță, rezistență și durabilitate ale construcțiilor a mai apărut un aspect deloc de neglijat, și anume, cel legat de partea economică.

Se poate stabili o relație între durabilitatea materialelor și aspectele ecologice. Conservarea resurselor naturale prin realizarea de materiale cât mai durabile este considerată o acțiune importantă din punct de vedere ecologic.

O altă latură ecologică importantă este legată de utilizarea materialelor reciclabile ca adaosuri în cimenturi. Utilizarea pe scară din ce în ce mai largă a cimenturilor cu adaosuri este determinată, printre alte avantaje, de îmbunătățirea calității și prețului betonului.

5. CONCEPTE MODERNE PRIVIND DURABILITATEA STRUCTURILOR DIN BETON

Stabilirea duratei de serviciu a structurilor din beton armat, în concepția actuală, este o activitate ce trebuie să ia în considerare o serie de aspecte complexe tehnice, economice, legislative, precum și de natură organizatorică și educațională.

În ultimii ani a avut loc o schimbare de concepție în ceea ce privește comportarea construcțiilor de beton pe durate lungi de timp. Experiența a arătat că procedurile clasice de proiectare și precizarea unor durate de serviciu pe termen lung nu au asigurat o durabilitate corespunzătoare și nu au fost confirmate de comportarea reală a structurilor, în special în medii agresive.

Stabilirea unor anumite nivele de performanță pentru structuri aflate în diferite medii este o activitate complexă ce ține seama de elemente de ordin tehnic, economic, managerial.

Factorii responsabili pentru degradările apărute pot fi : proiectanții, executanții, utilizatorii unei construcții.

Mecanismele prin care se produc greșeli cu repercursiuni în domeniul durabilității sunt numeroase. Dintre acestea, cele mai frecvente se referă la :

- proiectanți preocupați în mod particular de rezistență;
- executanți urmărind eficiența și minimizarea cheltuielilor;
- utilizatori care nu asigură exploatarea construcției la parametrii inițiali.

La acestea se adaugă inexistența unor reglementări specifice, nefuncționarea sau funcționarea necorespunzătoare a sistemelor de asigurare a calității și de control al calității, inexistența unor programe de mentenanță sau nerespectarea lor în cazul în care acestea există.

Toate aceste aspecte conduc la necesitatea creării unui nou concept de proiectare a durabilității și de caracterizare a stării construcțiilor existente.

6. CONCEPTE MODERNE DE PROIECTARE A DURABILITĂȚII

Un concept modern de proiectare a durabilității pornește de la definirea criteriilor de performanță și se finalizează cu o mentenanță continuă în timpul duratei de serviciu a construcției.

Următoarele elemente sunt esențiale pentru definirea unui concept modern și rațional:

- definirea criteriilor de performanță pentru durabilitate;
- caracterizarea agresivității mediului;
- modelarea mecanismelor de deteriorare;
- definirea duratei de serviciu proiectate;
- proiectarea (concepția) pentru asigurarea durabilității;
- asigurarea calității și calitatea controlului în timpul execuției;
- inspecția și mentenanța în timpul duratei de serviciu prin proceduri stabilite la proiectare.

7. TENDINȚE MODERNE ÎN PROIECTAREA DURABILITĂȚII

Problema principală pentru proiectarea durabilității constă în dificultatea evaluării modalităților de comportare a unor anumite materiale în condiții de mediu și serviciu foarte diverse.

Cunoștințele teoretice [8] , testele de laborator, observațiile comportării unor structuri similare în medii apropiate pot oferi date importante dar nu întotdeauna suficiente. Utilizarea rezultatelor experimentale efectuate asupra materialelor, chiar în condițiile modelării mediului în laborator, pentru stabilirea duratei de serviciu trebuie făcută cu prudență.

Testele sunt foarte importante și pot oferi un răspuns la întrebările legate de asigurarea unei durate de serviciu acceptabile în condițiile utilizării sau nu a unor materiale de protecție suplimentare (membrane, pelicule etc.).

8. CONCLUZII

Cerințele referitoare la amestecul de beton (tip ciment și dozaj, raport A/C maxim etc.), alți factori de proiectare (grosimea stratului de acoperire cu beton, deschiderea maximă admisă a fisurilor, detaliile constructive) și de execuție (compactare, tratare etc.) sunt esențiale în ceea ce privește stabilirea parametrilor necesari și a condițiilor de realizare a unor elemente și structuri din beton armat în anumite condiții de mediu, dar nu pot servi la determinarea duratei de viață a unei construcții sau la prognozarea evoluției proceselor de degradare.

Determinarea duratei de serviciu din faza de proiectare este o activitate dificilă și care s-a dovedit puțin realistă.

În schimb predicția performanțelor pentru construcțiile existente se poate face cu o precizie suficient de mare, având la bază rezultatele unor teste in-situ adecvate care să caracterizeze proprietățile materialelor componente. De exemplu, adâncimea de carbonatare a betonului determinată pentru o structură executată cu 5 ani în urmă poate oferi date importante referitoare la evoluția acestui fenomen în beton.

Ca rezultat al acestor considerații se poate aplica următoarea strategie de proiectare și verificare a structurilor din beton armat:

a) Descrierea și modelarea proceselor de deteriorare cu precizarea, în măsura posibilităților, a unor relații care să cuantifice procesul.

Aceste modele sunt necesare pentru înțelegerea proceselor care intervin, pentru a face o primă apreciere asupra duratei de viață și a o compara cu cea precizată în reglementări specifice.

b) Precizarea cerințelor de asigurare a durabilității funcție de condițiile de mediu (raport maxim A/C, tip și dozaj de ciment, procedee specifice de tratare a betonului în timpul execuției etc.).

c) Procedurile de control al calității trebuie să acopere toate etapele de execuție de la testarea materialelor componente, a betonului, până la punerea în operă și tratarea betonului.

d) Definirea unei perioade de referință pentru durabilitate, de exemplu 5 ani. După această perioadă relevantă, parametrii durabilității ca: porozitatea, permeabilitatea, carbonatarea, penetrarea clorurilor etc., pot fi determinați prin teste in-situ sau de laborator.

Prin această modalitate se poate verifica comportarea structurii și atingerea nivelului de performanță proiectate, în condițiile de mediu date.

Pentru construcțiile speciale se poate asigura o urmărire continuă a performanțelor materialelor componente elementelor structurii.

Bibliografie

1. Lossier H. (1952). La Pathologie du Béton Armé, Dunod, Paris
2. Baron J., Olivier J.P.(1992). La Durabilité des Béton, Presses Ponts et Chaussées, Paris.
3. Georgescu D.P.(2001). Îndrumător de proiectare a durabilității betonului în conformitate cu anexa națională de aplicare a SR EN 206-1 Clase de durabilitate, ISBN 978-973-0-04914-5, București,
4. Neville A.M.(2003). Proprietățile betonului, Editura Tehnică, București
5. NE-012/2010 Cod de practică pentru executarea lucrărilor de beton și beton armat
6. SR EN 206-1/ 2014 Beton – Partea I: Specificație, performanță, producție și conformitate
7. SR EN 197-1/ 2011 Ciment - Compoziție, specificații și criterii de conformitate
8. Iinoiu O.G. Cauze și factori de degradare ai betonului și betonului armat
9. <http://www.academia.edu/5028740/>

Evaluarea infrastructurii construcțiilor

Solonaru Maria,

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

Rezumat

Expertizarea unei structuri reprezintă aprecierea din punct de vedere tehnic și economic privind capacitatea acesteia de a atinge anumite performanțe structurale și seismice. Investigarea unei construcții se realizează în cazul solicitărilor unor intervenții la clădire, extinderii pe orizontală sau verticală, construirii în vecinătatea unei clădiri existente ori demolării unei clădiri, etc.

Investigarea terenului de fundare se poate realiza în principiu în trei etape în funcție de natura solicitării acesteia și anume: investigarea preliminară, investigarea pentru proiectare și investigarea prin monitorizarea geotehnică de control a execuției.

Cuvinte cheie: infrastructură, evaluare, reabilitare structurală, subzidire

1. INTRODUCERE

Siguranța infrastructurii unei clădiri este strâns legată de siguranța suprastructurii cât și de influența acțiunii factorilor de mediu și antropici și a factorului timp. Ieșirea unei fundații din parametri de siguranță poate fi determinată de degradarea materialului constituent sub acțiunea factorului timp, suprasolicitarea prin creșterea încărcărilor transmise de suprastructură, erori de proiectare prin alegerea unui sistem de fundare inadecvat, erori de execuție prin nerespectarea calității sau de diminuare a capacității portante a terenului de fundare ori a sistemului de fundare sub acțiunea factorilor naturali și/sau antropici. Aceasta este materializată prin avarii și/sau degradări care ulterior necesită a fi evaluate și apoi reparate prin soluții de consolidare și/sau reabilitare.

Evaluarea stării tehnice a unei construcții implică relevarea structurii, determinarea stării materialelor componente, diagnosticarea experimentală și evaluarea analitică a structurii. În urma evaluării construcției se va explicita necesitatea intervențiilor structurale și nestructurale la suprastructură și/sau infrastructură prin propunerea unei soluții minimale și a unei soluții maxime de consolidare.

Investigarea infrastructurii trebuie să cuprindă studiul geotehnic actual, să aibă date despre antecedentele terenului și să constate prezența vecinătăților și restricțiile impuse de acestea.

Metodologia de investigare presupune obținerea datelor inițiale ale construcției din documentații existente, prescripții tehnice de la momentul proiectării clădirii și relevee, evaluări calitative in situ, analize și inspecții și, după caz, evaluări calitative amănunțite prin sondaje, decopertări, determinări experimentale și de asemenea evaluări cantitative aproximative și după necesitate evaluări cantitative complexe prin calcul.

2. METODE DE REABILITARE A INFRASTRUCTURILOR

Consolidarea infrastructurilor se axează pe trei categorii principale și anume consolidarea prin subzidire, consolidarea cu ajutorul micropiloților/piloților și îmbunătățirea terenului de fundare.

2.1. Subzidirea fundațiilor de suprafață

Soluția de consolidare a unei fundații depinde de caracteristicile de rezistență ale terenului de fundare, adâncimea de fundare, forma și dimensiunile fundației, condițiile de încărcare dar și de alte aspecte precum tehnologii și utilaje disponibile și posibilitatea economică de investiție în aceste lucrări.

Subzidirea este cea mai cunoscută metodă de consolidare a unei fundații, care conduce la oprirea deplasărilor acesteia. Metoda continuă traseul încărcărilor transmise de talpa de fundare, de la un strat cu portanță redusă către un strat inferior cu portanță suficientă pentru preluarea acestor încărcări. Soluția de subzidire se particularizează pentru fiecare clădire în parte, ținând cont de numeroși factori care influențează această decizie.

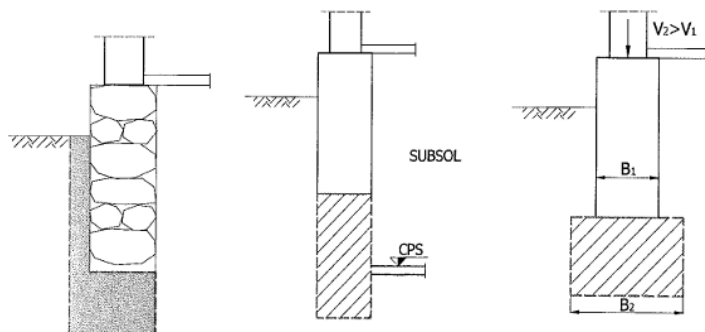


Fig. 1. Tipuri de subzidiri

În figura 1 se prezintă o serie de subzidiri care se pot realiza în diferite situații, astfel acestea pot fi adoptate în cazul consolidării unei fundații degradate (figura1a), cu scopul coborârii nivelului cotei pardoselii subsolului (figura1b) sau pentru mărirea lățimii bazei fundației atunci când încărcările transmise cresc prin schimbarea destinației clădirii sau supraetajare (figura1c).

Alte posibilități de consolidare a fundațiilor de suprafață se pot interpreta ca și cămășuieli fixate cu conectori de fundația existentă (figura 2a) sau adăugarea unor corpuri adiacente fundației existente (figurile 2b, 2c).

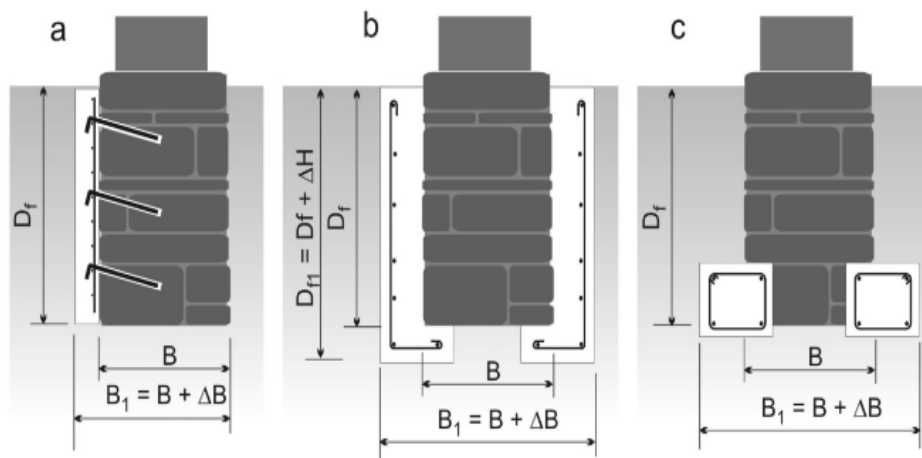


Fig. 2. Tipuri de consolidări

2.2. Consolidarea fundațiilor cu ajutorul piloților

Această soluție de consolidare se adoptă atunci când fundația trebuie coborâtă la o adâncime mare (4-8 m) pentru transmiterea eforturilor la teren dar și pentru stabilizarea fundațiilor aflate în terenuri în pantă.

Încărcările se pot transmite direct de la pereți la piloți, de la fundația existentă la o consolidare a acesteia și apoi la piloți, aceștia din urmă putând fi ori la nivelul superior al fundației ori sub fundație.

Piloții utilizați pot fi prefabricați sau executați la fața locului prin presare pentru evitarea tasărilor din vibrații și se pot folosi și în soluții mixte de tipul piloți-grindă sau piloți-radier.

Piloții elicoidali sunt micropiloți pentru subzidire care oferă câteva avantaje precum spațiul redus necesar de lucru, excluderea vibrațiilor, controlul capacității portante încă din faza de montaj și fundare pe terenuri slabe, putând fi utilizați atât la fundațiile marginale cât și centrale și pot fi executați vertical sau înclinați. (figura 3).

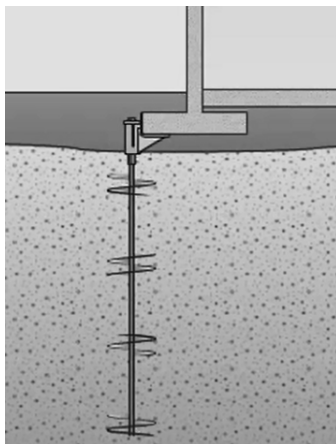


Fig. 3. Consolidare cu piloți elicoidali

Micropiloții au diametre cuprinse între 80 mm și 300 mm și sunt armați cu tuburi metalice, bare sau profile metalice. Capacitatea portantă a acestora este mai mică decât a piloților, dar sunt necesari în acele lucrări unde nu se pot folosi piloți convenționali. Datorită dimensiunilor reduse ale utilajelor, execuția micropiloților este opțiunea cea mai avantajoasă în spații reduse și orice tip de teren și sunt de preferat pentru consolidări la fundații. (figura 4)

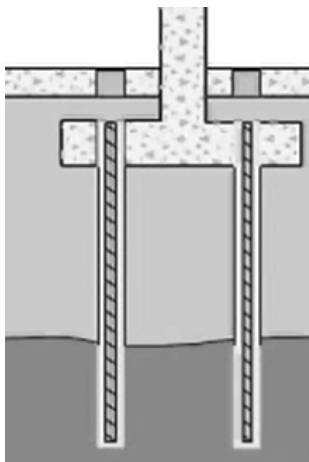


Fig. 4. Consolidare cu piloți elicoidali

2.2. Îmbunătățirea terenului de fundare

Intervențiile asupra terenului de fundare se pot realiza prin metode temporare precum procedee de drenare, electro-osmoză sau coborârea nivelului apei

subterane, metode permanente care presupun creșterea caracteristicilor de rezistență ale pământului prin compactare, perforare, vibrocompactare și preîncărcare și de asemenea metode de îmbunătățire care implică introducerea de material în teren. Acestea din urmă se referă la stabilizări cu ciment sau var, coloane de nisip sau pietriș, realizarea unor perne de balast, injectări de compactare, umplere, de fracturare sau de tip jet grouting.

3. ANALIZA ȘI REZULTATELE EVALUĂRII UNEI FUNDAȚII CONTINUE – STUDIU DE CAZ

Se consideră un caz de studiu care implică evaluarea unei fundații continue din beton simplu care nu prezintă degradări vizibile, pentru o structură parter cu pereți portanți din zidărie de cărămidă și șarpantă din lemn, în vederea supraetajării.

Terenul de fundare se prezintă în două straturi având caracteristicile:

Stratul 1: $\gamma_1 = 18 \text{ kN} / \text{m}^3$; $c_1 = 14 \text{ kPa}$; $\phi_1 = 11^\circ$; $H_1 = 2.90 \text{ m}$

Stratul 2: $\gamma_2 = 20 \text{ kN} / \text{m}^3$; $c_2 = 22 \text{ kPa}$; $\phi_2 = 20^\circ$;

Dimensiunile fundației continue din beton simplu se prezintă în figura 5, evaluarea capacității portante făcându-se pe metru liniar.

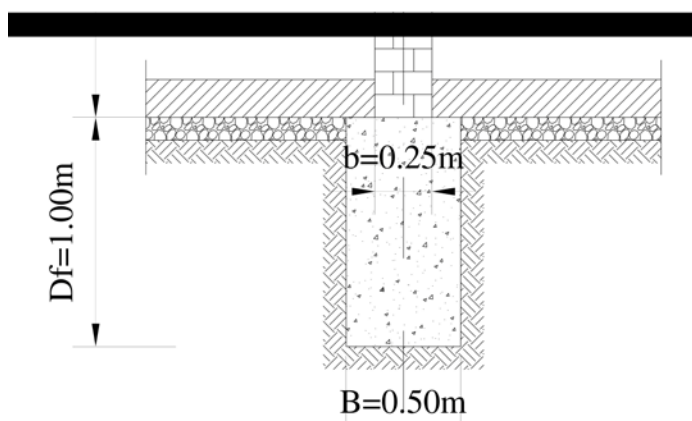


Fig. 5. Fundația existentă

Evaluarea capacității portante se realizează pentru fundația existentă în condițiile actuale de încărcare și apoi în condițiile suplimentării încărcărilor din supraetajarea clădirii, după care se propun soluții de consolidare pentru a face alegerea optimă.

Evaluarea capacității portante se face conform abordărilor de calcul din Eurocodul 7 pentru proiectarea geotehnică, prin verificarea la starea limită ultimă de cedare

sau deformare excesivă a terenului, de tip GEO, care presupune îndeplinirea următoarei relații generale de calcul:

$$E_d \leq R_d \quad (1)$$

unde,

- E_d este valoarea de calcul a tuturor efectelor acțiunii
- R_d este valoarea de calcul corespondentă a structurii sau a terenului

Abordările de calcul descrise în Eurocodul 7 utilizează coeficienți parțiali de siguranță pentru fiecare grupare în parte. Acești coeficienți de siguranță se includ în trei categorii, respectiv coeficienți pentru acțiuni/efecte ale acțiunilor - notați cu A_i , coeficienți care influențează materialul - cu notația M_i și coeficienți care pot reduce valorile rezistențelor - cu notația R_i .

Tabel 1. Rezultatele evaluărilor fundației neconsolidate și consolidate

SLU-GEO		Fundația existentă în condițiile de încărcare actuale	Fundația existentă cu încărcarea suplimentară	Soluția 1: adâncirea fundației	Soluția 2: mărirea bazei fundației	Soluția 3: îmbunătățirea terenului de fundare
A1+M1+R1	F_d [KN]	65,255	90,68	111,74	100,4	90,68
	R_d [KN]	87,475		320,194	141,395	128,502
A2+M2+R1	F_d [KN]	49,64	69,125	84,725	76,325	69,125
	R_d [KN]	64,849		210,735	104,579	90,933
A1+M1+R2	F_d [KN]	65,255	90,68	111,74	100,4	90,68
	R_d [KN]	62,482		228,71	100,997	91,787
A1+M2+R3	F_d [KN]	65,255	90,68	111,74	100,4	90,68
	R_d [KN]	64,849		210,735	104,579	90,933

În urma evaluărilor se constată că, în cazul evaluării fundației în condițiile încărcării actuale, este îndeplinită relația de calcul a stării limită GEO cu excepția abordărilor 2 și 3 de calcul, însă diferențele sunt foarte mici și condiția se consideră acoperită având în vedere valorile coeficienților care dau rezerva de siguranță. Cu aplicarea încărcărilor suplimentare din supraetajare pentru dimensiunile existente ale fundației, bineînțeles capacitatea portantă este depășită fiind evidentă necesitatea intervenției la infrastructură pentru a putea prelua și viitoarele încărcări.

Pentru consolidarea fundației existente s-au ales trei variante uzuale precum adâncirea fundației, mărirea bazei fundației și îmbunătățirea terenului de fundare.

În prima variantă de consolidare s-a considerat adâncirea fundației până când ajunge în stratul al doilea de fundare care are caracteristici de portantă ridicate. Prin această variantă se depășește capacitatea portantă necesară cu 46,97% pentru abordarea a treia de calcul și până la 65,1% pentru abordarea întâi, gruparea întâi.

Este însă o soluție nerentabilă deoarece implică costuri inutile, pentru a aduce fundația în stratul cu portanță ridicată necesitând o subzidire de 1,30 m.

A doua soluție presupune lărgirea bazei fundației care asigură o capacitate portantă suficientă, fiind respectată condiția la starea limită GEO. Se observă că abordările 2 și 3 dictează calculul, efectele încărcărilor fiind aproximativ egale cu rezistențele terenului, pentru prima abordare depășindu-se capacitatea necesară cu 28,99% pentru gruparea întâi de calcul, respectiv cu 27,01% pentru cea de-a doua grupare.

Această soluție este una aplicabilă având în vedere că soluția implică o cămășuială adiacentă fundației ori de-o parte și de alta a fundației sau adăugarea unei fundații adiacente, fiind necesară o lățime suplimentară de 30 cm, ceea ce implică un timp de execuție specific.

A treia soluție a luat în considerare posibilitatea îmbunătățirii terenului de fundare prin creșterea caracteristicilor de rezistență a pământului. Se constată aceeași concluzie ca în cazul celei de-a doua soluții, abordările 2 și 3 conducând calculul cu depășirea capacității de doar 1,2%, respectiv 0,34%, iar în cazul primei abordări cu 29,43% pentru prima grupare, respectiv 23,98% pentru a doua grupare.

Soluția îmbunătățirii terenului de fundare se consideră cea mai bună având în vedere că este necesară creșterea valorii unghiului de frecare interioară de la 11° la 14° și a coeziunii c_1 de la 14 kPa la 18 kPa, fiind soluția cea mai rapidă, comparativ cu creșterea bazei fundației.

4. CONCLUZII

În urmă evaluărilor soluțiilor de consolidare la studiul propus se constată că îmbunătățirea terenului de fundare este soluția optimă dintre cele expuse iar abordarea de calcul care primează este abordarea de calcul 2, însă la foarte mică diferență de a doua abordare.

De tratat pe viitor rămâne felul în care aceste injectări în teren se pot realiza, cum și în ce măsură afectează caracteristicile terenului și evaluarea siguranței atingerii valorilor necesare de portanță.

Bibliografie

1. SR EN 1997-1-2004, Proiectare geotehnică- Partea 1: Reguli generale
2. Budescu, M. și alții, 2001. Reabilitarea Construcțiilor. Iași: Vesper
3. Popa, A. & Ilieș, N. M., 2009. Consolidarea fundațiilor. Cluj-Napoca: Editura U.T. Press
4. Niculiță, M. & Groll, L., 2007. Consolidarea clădirilor din patrimoniu. Iași: Editura Societății Academice "Matei Teiu Botez"
5. Lungu, I., 2013-2014. Expertizarea și reabilitarea infrastructurii construcțiilor-note de curs și lucrări. Universitatea Tehnică Gheorghe Asachi din Iași

Analiza modurilor proprii de vibrație pentru structuri de poduri asistată de programe de calcul moderne

Teșu Lăzărică

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

Rezumat

Pentru o analiză dinamică cât mai precisă a cadrelor rigide de poduri putem folosi modele analitice bazate pe analiza matricială prin care se determină caracteristicile dinamice ale structurii. Una din metode este exactă și se bazează pe soluțiile generale date de ecuațiile diferențiale de mișcare și se numește metoda masei constante. Celelalte metode se bazează pe aproximarea prin element finit și se intitulează metoda masei concentrate respectiv metoda masei uniforme. Acuratețea valorilor proprii oferită de metoda exactă și metoda de aproximație diferă iar alegerea metodei potrivite se face în funcție de structura cadrului de pod. În prezent avem la dispoziție programe de calcul care realizează analiza automată a modurilor proprii de vibrație ce valorifică metodele de analiză matricială.

Cuvinte cheie: moduri proprii de vibrație, oscilație, pulsație, analiză matricială, analiză dinamică.

1. INTRODUCERE

Determinarea frecvenței și a modurilor proprii de vibrație pentru structuri de poduri supuse la încărcare seismică constituie o problemă importantă în analiza răspunsului dinamic. Astfel este esențială determinarea cât mai exactă a frecvențelor și modurilor proprii de vibrație atunci când proiectăm un pod [1].

Pentru a obține un model cât mai aproape de ideal pentru structura proiectată, putem împărți sistemul de coordonate în două categorii principale: un sistem de coordonate distribuite sau un sistem de coordonate discrete.

Primul tip intitulat sistemul de coordonate distribuite (sau sistemul parametrilor distribuiți) se aplică pentru structurile ale căror proprietăți sunt distribuite continuu în spațiu și ale căror forțe sunt distribuite. Relația dintre forțe și deplasări pentru un segment de grindă supus la vibrații se obține folosind soluții ale ecuațiilor diferențiale de mișcare. Aceste ecuații duc la matricea de rigiditate dinamică, care este o funcție a pulsației. Această metodă este cunoscută și sub denumirea de metoda masei constante sau metoda matricei de rigiditate proprie.

A doua categorie, sistemul de coordonate discrete, (sau sistemul parametrilor concentrați) definește forțele și deplasările unui set discret de puncte al unor componente pe o direcție specificată. Pentru această metodă se utilizează valori proprii deoarece forțele de inerție se manifestă doar într-un set de puncte. Pentru structurile de tip grindă, matricea de masă concentrată este derivată ca o matrice diagonală prin aplicarea masei și a momentului masei din jumătate de grindă pe fiecare punct nodal. Folosind funcții de interpolare putem determina coeficienții de influență pentru masă, rezultând o matrice de masă uniformă [2].

2. ANALIZA MODURILOR PROPRII DE VIBRAȚIE

În funcție de caracteristicile geometrice ale structurii podului, poziția și tipul de constrângeri și distribuirea forțelor aplicate putem alege unul din tipurile de sisteme de coordonate, discrete sau distribuite [3].

Dacă considerăm materialul utilizat ca fiind omogen și izotrop iar elementele ce constituie cadrul podului ca având secțiune transversală uniformă, putem folosi teoria grinzii Bernoulli-Euler pentru a descrie comportarea segmentelor de grindă. Pentru o grindă, ecuația de mișcare este ecuația diferențială din relația 1 [4]:

$$EI \frac{\partial^4 W}{\partial x^4} + m \frac{\partial^2 W}{\partial t^2} = 0 \quad (1)$$

unde: W este săgeata grinzii; E este modulul de elasticitate longitudinal;
 I este momentul de inerție; m este masa pe unitate de lungime.

2.1. Sistem de coordonate distribuite

Oscilația liniară a unui element rigid din cadru poate fi considerată ca fiind compusă din două oscilații independente, una din deplasările axiale iar cealaltă din deformațiile din moment încovoietor.

Utilizând soluția generală a ecuației diferențiale de mișcare putem obține matricele de rigiditate K_{ae} și respectiv K_{fe} . Termenii acestor matrici de rigiditate sunt date de relațiile 2:

$$F_a = K_{ae} U_a; \quad F_f = K_{fe} U_f \quad (2)$$

unde: F_a, F_f este vectorul de forță axială, respectiv forța de încovoiere;
 K_{ae}, K_{fe} este matrice de rigiditate pentru forțe axiale, respectiv forțe de încovoiere;
 U_a, U_f este vectorul de deplasare din forțe axiale, respectiv forțe de încovoiere.

în care:

$$F_a = \{X_1, X_2\}^T, \quad F_f = \{Y_1, M_1, Y_2, M_2\}^T \quad (3)$$

$$U_a = \{u_1, u_2\}^T, \quad U_f = \{v_1, \theta_1, v_2, \theta_2\}^T \quad (4)$$

$$K_{ae} = EA\alpha \begin{bmatrix} \cot \alpha L & -\operatorname{cosec} \alpha L \\ -\operatorname{cosec} \alpha L & \cot \alpha L \end{bmatrix} \quad (5)$$

$$K_{fe} = \frac{EI\beta}{1-cC} \begin{bmatrix} \beta^2(sC+cS) & \beta sS & -\beta^2(s+S) & \beta(C-c) \\ & sC-cS & \beta(c-C) & S-s \\ & & \beta^2(sC+cS) & -\beta sS \\ \text{Sym.} & & & sC-cS \end{bmatrix} \quad (6)$$

$$\alpha = \sqrt{\frac{m\omega^2}{EA}}, \quad \beta = 4\sqrt{\frac{m\omega^2}{EI}} \quad (7)$$

$$c = \cos \beta L, \quad s = \sin \beta L, \quad C = \cosh \beta L, \quad S = \sinh \beta L \quad (8)$$

unde: ω este pulsația omega; L este lungimea segmentului de grindă; m este masa grinzii pe unitate de lungime; A este aria secțiunii; X este forța axială; Y este forța tăietoare; M este moment încovoiător; u, v, θ sunt deplasări de capăt ale grinzii.

Matricele pătrate K_{ae} și K_{fe} includ valori proprii pentru pulsația ω . Folosind principiul superpoziției putem exprima ecuația pulsației unui cadru rigid de pod prin următoarea expresie:

$$\det |K(\omega)| = 0 \quad (9)$$

unde: K este matricea de rigiditate; ω este pulsația.

2.2. Sistem de coordonate discrete

Matricea de rigiditate pentru acțiunile axiale sau cele de încovoiere este exprimată ca superpoziția dintre forțele elastice și inelastice, respectiv matricea de rigiditate și matricea de masă. Relația dintre forțele de capăt și deplasări este dată de următoarele matrici de rigiditate:

$$F_a = K_{as}U_a, \quad F_f = K_{fs}U_f \quad (10)$$

în care:

$$K_{as} = \frac{EA}{L} \begin{bmatrix} 1 & -1 \\ -1 & 1 \end{bmatrix}, \quad K_{fs} = \frac{EI}{L^3} \begin{bmatrix} 12 & 6L & -12 & 6L \\ & 4L^2 & -6L & 2L^2 \\ & & 12 & -6L \\ \text{Sym.} & & & 4L^2 \end{bmatrix} \quad (11)$$

Matricele de masă concentrată pentru oscilațiile axiale și de încovoiere, M_{al} și M_{fl} , sunt date de expresiile:

$$M_{al} = \frac{mL}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad M_{fl} = \frac{mL}{24} \begin{bmatrix} 12 & 0 & 0 & 0 \\ & L^2 & 0 & 0 \\ & & 12 & 0 \\ \text{Sym.} & & & L^2 \end{bmatrix} \quad (12)$$

Matricele de masă uniformă pentru oscilațiile axiale și de încovoiere, M_{ac} și M_{fc} , sunt date de expresiile:

$$M_{ac} = \frac{mL}{6} \begin{bmatrix} 2 & 1 \\ 1 & 2 \end{bmatrix}, \quad M_{fc} = \frac{mL}{420} \begin{bmatrix} 156 & 22L & 54 & -13L \\ & 4L^2 & 13L & -3L^2 \\ & & 156 & -22L \\ \text{Sym.} & & & 4L^2 \end{bmatrix} \quad (13)$$

Ecuația pulsației pentru sistemul de coordonate discrete este dată de următoarea expresie:

$$\det |K - \omega^2 M| = 0 \quad (14)$$

unde: K este matricea de rigiditate; ω este pulsația; M este matricea de masă.

3. ANALIZA MODURILOR PROPRII DE VIBRAȚIE ÎN PROGRAMUL CSIBRIDGE

Pentru a exemplifica modul de analiză dinamică efectuat în programul de calcul CSiBridge, un pod cu lungimea de 60 m, pe două deschideri a câte 30 m fiecare și cu o lățime a tablierului de 10 m, a fost supus analizei pentru a determina modurile proprii de vibrație.

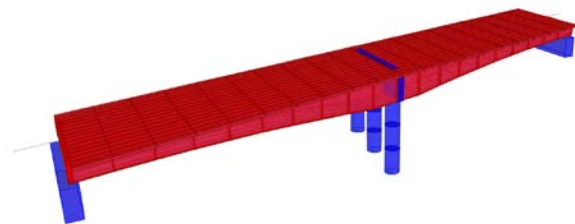
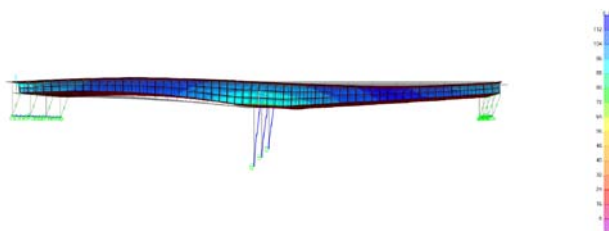
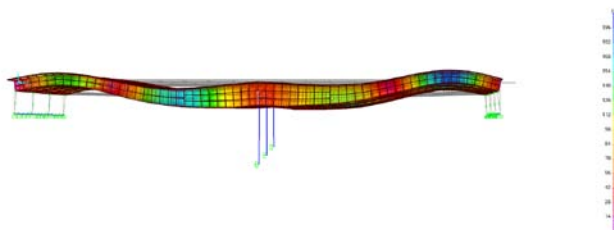
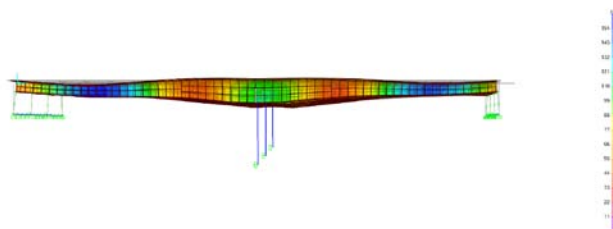


Fig. 1. Model analitic de pod

Programele de calcul moderne, precum CSiBridge oferă soluții de modelare, analiză și proiectare a structurilor de poduri. Analiza dinamică integrată în acest program permite calculul modurilor proprii de vibrație folosind vectori proprii cât și vectori Ritz.

Analiza modală prin vectori proprii permite găsirea modurilor proprii de vibrație pentru structură, care pot fi folosite la interpretarea modului de comportare a structurii. Modurile proprii sunt adecvate pentru determinarea răspunsului la accelerații orizontale ale terenului. Participarea masei este un mod des întâlnit pentru a determina dacă avem suficiente moduri de vibrație [5].

(a) Modul 1, $T=0,386(s)$, $f=2,588(Hz)$ (b) Modul 9, $T=0,060(s)$, $f=16,630(Hz)$



(c) Modul 12, $T=0,044(s)$, $f=22,315(Hz)$

Fig. 2. Modurile proprii de vibrație calculate cu vectori proprii

Analiza prin vectori proprii permite verificarea comportării și localizarea erorilor ce pot apărea în modelul de calcul. Un alt beneficiu pe care îl aduce analiza prin vectori proprii este acela că pulsațiile indică când rezonanța se poate produce în diferite cazuri de încărcare.

Tabel 1. Perioade și frecvențe modale calculate cu vectori proprii

Nr. mod de vibrație	Perioada	Frecvența	Pulsația	Valoare proprie
	s	Hz	rad/s	rad ² /s ²
1	0,386395	2,588	16,261	264,42
2	0,219813	4,5493	28,584	817,06
3	0,192502	5,1948	32,64	1065,3
4	0,157026	6,3684	40,014	1601,1
5	0,085715	11,667	73,303	5373,4
6	0,081828	12,221	76,785	5896
7	0,075489	13,247	83,234	6927,8
8	0,065692	15,223	95,646	9148,2
9	0,060129	16,631	104,49	10919
10	0,048475	20,629	129,62	16800
11	0,048244	20,728	130,24	16962
12	0,044811	22,316	140,22	19660

Analiza modală prin vectori Ritz este potrivită pentru analizele ce implică accelerații verticale ale terenului, vibrații locale generate de echipamente sau metode neliniare. Vectorii Ritz sunt de asemeni eficienți și des utilizați în analiza dinamică cu accelerații orizontale ale terenului. Avantajul vectorilor Ritz este acela că pentru un număr de moduri asigură un factor de participare mai bun, ceea ce face ca analiza să ruleze mai rapid. Vectorii Ritz converg mult mai rapid și mai uniform decât vectorii proprii.

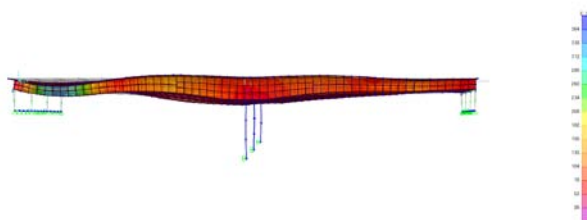
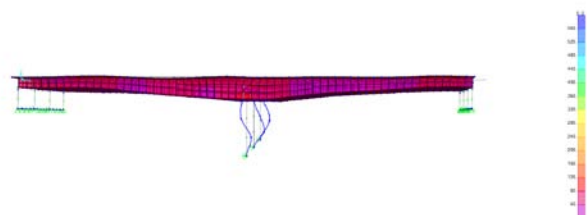
(a) Modul 9, $T=0,045(s)$, $f=21,839(Hz)$ (b) Modul 12, $T=0,011(s)$, $f=85,704(Hz)$

Fig. 3 Modurile proprii de vibrație calculate cu vectori Ritz

Tabel 2. Perioade și frecvențe modale calculate cu vectori Ritz

Nr. mod de vibrație	Perioada	Frecvența	Pulsația	Valoare proprie
	s	Hz	rad/s	rad ² /s ²
1	0,386395	2,588	16,261	264,42
2	0,219813	4,5493	28,584	817,06
3	0,192502	5,1948	32,64	1065,3
4	0,157026	6,3684	40,014	1601,1
5	0,085715	11,667	73,304	5373,4
6	0,081781	12,228	76,829	5902,7
7	0,072834	13,73	86,267	7442
8	0,065681	15,225	95,662	9151,2
9	0,045789	21,839	137,22	18829
10	0,031498	31,748	199,48	39791
11	0,02065	48,426	304,27	92579
12	0,011668	85,705	538,5	289980

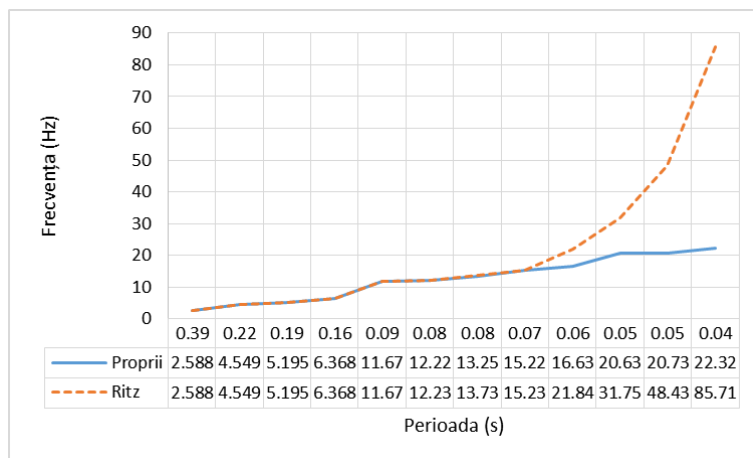


Fig. 4 Variația frecvenței calculată cu vectori proprii respectiv vectori Ritz

4. CONCLUZII

Analiza modurilor proprii de vibrație pentru structuri de poduri poate fi realizată utilizând metodele masei uniforme, concentrate și respectiv constante. În funcție de caracteristicile structurii ce trebuie analizată putem adopta una din metodele prezentate, fiecare oferind valori proprii cu grade diferite de exactitate. Programele de calcul moderne precum CSiBridge, utilizează aceste metode pentru a determina matricea de masă. Programul de calcul CSiBridge oferă o analiză a modurilor proprii de vibrație precisă, prin care putem interpreta comportarea structurilor de poduri.

Bibliografie

1. Matsui Y. , Hayashikawa, T., "Dynamic stiffness analysis for torsional vibration of continuous beams with thin-walled cross-section," Journal of Sound and Vibration, vol. 243, pp. 301-316, May 2001.
2. Hayashikawa T., Watanabe N., "Natural Vibration Analysis of a Five-Span Continuous Rigid-Frame Bridge with V-Shaped Legs," Theoretical and Applied Mechanics, vol. 37, pp. 263-271, 1989.
3. Hayashikawa T., "Natural Vibration Analysis and Idealization of Struttred Rigid-Frame Bridges with Horizontally Bent-Angles," Theoretical and Applied Mechanics, Vol 41, vol. 41, pp. 35-44, 1992.
4. Hayashikawa, T., Watanabe, N., "Dynamic Behavior of Continuous Beams with Moving Loads," Journal of the Engineering Mechanics Division, vol. 107, pp. 229-246, January/February 1981.
5. <https://wiki.csiamerica.com/display/kb/Ritz+vs.+Eigen+vectors>

Cogenerarea și trigenerarea pentru producerea energiei de confort

Tofan Bogdan-Andrei

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

Rezumat

Trigenerarea, una din tehnologiile moderne de mare eficiență, în plină ascensiune în ceea ce privește asigurarea energiei de confort pentru viața oamenilor și nu numai, ocupă un loc important în preocuparea cercetării științifice de profil din țară și străinătate. În acest context ne propunem o sinteză la zi a surselor clasice și moderne ce pot fi integrate într-un sistem complex de asigurare a energiei produsă prin trigenerare, care să asigure confortul optim pentru locuitorii blocurilor de locuințe arundate unui punct termic.

Cuvinte cheie: trigenerare, cogenerare, turbină, Stirling, absorbție, adsorbție, pile de combustie

1. INTRODUCERE

Creșterea consumului mondial de energie electrică datorat, printre altele, și de creșterea temperaturii ambientale, aflată în creștere în ultimii 50 de ani ¹, impune identificarea de noi surse de producere a energiei electrice sau perfecționarea celor existente, astfel încât efortul financiar să fie cât mai redus. Se poate pune în evidență o dependență logică între încălzirea globală cu efecte resimțite de noi toți și consumul de energie electrică pentru punerea în mișcare a echipamentelor de condiționare a aerului în vederea asigurării unui climat optim pe timpul verii.[1]
Sistemele de trigenerare, cunoscute în literatura de specialitate sub denumirea de instalații CCHP (Combined cooling, heating and power), se pot găsi sub două forme: trigenerare la nivel centralizat, realizată în centralele electrice și termice, respectiv la nivel local, prin intermediul unor unități de puteri mai mici utilizate în spitale, aeroporturi, universități și, mai nou, hipermarketuri. [2]

2. SURSE DE PRODUCERE A ENERGIEI ELECTRICE ȘI AGENTULUI TERMIC

Un sistem de cogenerare presupune o serie de echipamente interconectate pentru a produce energie electrică și agent termic pentru încălzire și preparare de apă caldă menajeră, dar cea mai importantă componentă a acestui angrenaj o reprezintă sursa de producere a energiei electrice.

2.1 Turbina pe bază de aburi

Turbina pe bază de aburi reprezintă una din cele mai vechi soluții tehnice încă în practică, acestea înlocuind motoarele cu aburi datorită eficienței ridicate. Turbinele cu aburi pot fi disponibile pentru a genera puteri între 0,5 MW și 100 MW, funcție de destinație și necesitate. Eficiența turbinelor se situează în intervalul 60 - 85% dar are un raport energie electrică/căldură foarte scăzut 0,1 - 0,5. O astfel de instalație cuprinde o pompă pentru ridicarea presiunii apei, un boiler (care poate fi alimentat cu orice tip de combustibil) care transformă apa în aburi de înaltă presiune, turbina unde aburul se destinde și, funcție de instalație, un condensator sau un sistem de distribuție a aburului spre alte aplicații. Turbinele care se regăsesc în astfel de sisteme pot fi turbine în condensatie (figura 1) sau turbine cu contrapresiune. Costurile totale pentru a monta un astfel de sistem pot varia, funcție de puterea electrică necesară, de la 657 \$ la 252 \$, pentru puteri electrice între 500 și 15000 kW. [3][4][5]

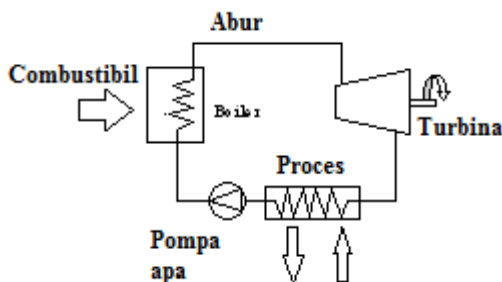


Fig. 1 Instalație cu turbină în contrapresiune

2.2. Motoare cu ardere internă

Motoarele cu ardere internă pot fi adaptate astfel încât să furnizeze o cantitate suficient de mare de căldură pe partea de evacuare pentru a fi eficiente. Cele mai răspândite motoare cu ardere internă utilizate în domeniul producerii energiei electrice sunt motoarele care funcționează pe baza ciclului Otto sau Diesel. Motoarele pot avea o eficiență electrică brută de până la 47% pentru capacități electrice de peste 3 MW electrice, eficiența globală a instalației este cuprinsă între

60 - 80% iar raportul energie electrică/căldură variază în intervalul 0,8-2,4. Se poate utiliza combustibil Diesel pentru motoarele care funcționează pe baza ciclului Diesel și gaz natural, propan sau gazolină pentru motoarele cu ciclul Otto.

Recent au apărut motoare care pot folosi două sau mai multe tipuri de combustibili, fie separare sau în amestec, trecerea de la un combustibil la altul făcându-se funcție de costul cel mai redus. Componentele principale ale unei instalații de cogenerare cu motoarele de ardere internă sunt: motorul cu combustie internă, boiler pentru recuperarea căldurii, schimbător de căldură. O astfel de instalație se poate observa în figura 2. În anul 2008, costurile per kW erau cuprinse între 1130 \$ și 2210 \$. [5][6][7].

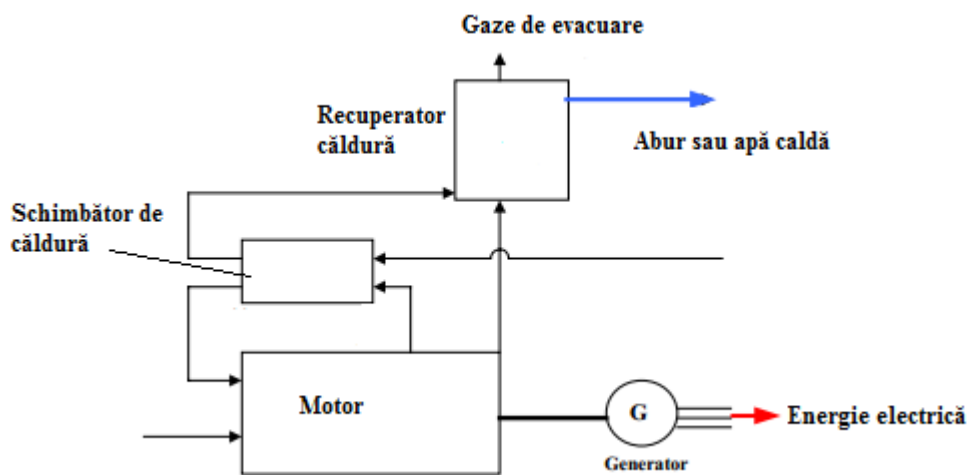


Fig. 2. Instalație cogenerare cu motoare ardere internă [5]

2.3 Turbine cu funcționare pe combustibil gazos

Au apărut la începutul anilor 1900, fiind folosite în anii 1940 la propulsia avioanelor, iar din 1990 până în prezent sunt utilizate în uzinele de producere a energiei electrice din Statele Unite ale Americii. Turbinele pe gaz sunt disponibile pentru puteri cuprinse între 50 kW și 250 MW și au o eficiență de 60-85 % și un raport energie electrică/căldură de 0,5 - 0,8. Astfel de turbine pot fi utilizate pentru alimentarea cu energie electrică și agent termic a campusurilor universitare.

Ca și mod de funcționare turbinele pot opera în ciclu deschis sau ciclu închis. Turbinele moderne au ca principiu de baza ciclul Brayton, fluidul din circuitul închis fiind aerul sau heliul. Componentele de bază (figura 3) ale unei turbine pe combustibil gazos sunt: compresorul, camera de ardere și turbina.

Echipamentul are un cost inițial redus, eficiență ridicată la puteri mari, instalarea rapidă, greutate și dimensiuni mai reduse față de turbinele pe aburi și emisii reduse de noxe. Ca și dezavantaje se pot enumera următoarele: nevoia de combustibili de calitate ridicată, nivel de zgomot ridicat și nevoia de personal specializat pentru operare. Costurile per kW electric instalat sunt cuprinse între 972\$ - 3324 \$, pentru puteri sub 1 MW. [5][8]

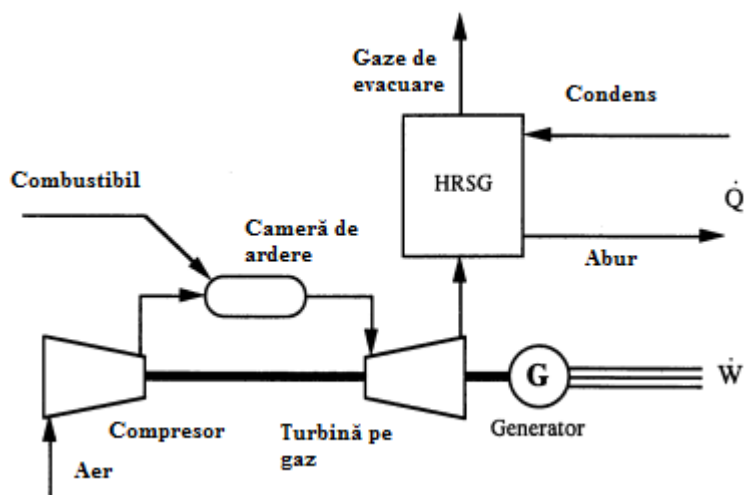


Fig. 3. Sistem de cogenerare cu ciclu deschis [5]

2.4 Motorul Stirling

Motorul Stirling reprezintă unul din subiectele intens dezbătute și cercetate în momentul de față în rândul cercetătorilor datorită potențialului imens pe care îl prezintă, eficienței energetice ridicate, emisiilor de noxe foarte scăzute și adaptabilității la orice tip de combustibil. În acest moment motoarele Stirling au fost dezvoltate pentru capacități de până la 100 kW fiind ideale pentru aplicații comerciale și rezidențiale.

Motoarele Stirling funcționează pe baza Ciclului Carnot, încălzind și răcind succesiv un fluid de lucru aflat în stare gazoasă. Utilizate în instalații de cogenerare, eficiența acestor sisteme ajunge la 80 % având costuri relativ asemănătoare cu orice alt sistem. S-au dezvoltat două tipuri de motoare Stirling: motorul cinematic și motorul fără piston.

Dat fiind faptul că încă se fac cercetări cu privire la acest tip de motor iar aplicațiile practice nu sunt foarte numeroase, costurile de investiție pentru motoarele Stirling cunoscute la ora actuală variază între 1570 € - 2350 €, pentru eficiențe electrice de 20-30%. [5][9]

2.5 Microturbine

Microturbinele reprezintă turbine pe gaz dar la scară redusă, fiind disponibile pentru puteri cuprinse între 30 kW și 400 kW. Microturbinele au o întrebuințare foarte mare, datorită ușurinței în montare, posibilitatea de a fi cuplate în paralel pentru a putea fi utilizate pentru sarcini mari și emisii de noxe reduse. Echipamentele de acest gen au mai puține piese în mișcare, sunt mai compacte și prezintă o eficiență globală de până la 85 %. Există două tipuri de microturbine: monoax și dublu ax. Acestea sunt compuse, în principiu, din recuperator intern de căldură, un compresor centrifugal, camera de ardere. Drept combustibil, microturbinele utilizează gazul natural, propan, kerosen, diesel și gazul metan provenit de la gropile de gunoi. Costurile pentru instalare se situează în jurul a 1000 €/kW. [5][9-11]

2.6 Pile de combustie

Deși conceptul de bază a apărut în secolul 19, această tehnologie nu a fost scoasă la suprafață până în anii 1960 când a fost folosită în industria aeronautică. În zilele noastre, piața pilelor de combustie a crescut enorm ajungând în anul 2013 să aibă o valoare de 35 de miliarde \$. Există mai multe tipuri de pile de combustie funcție de tehnologia utilizată dintre care se amintesc: pile de combustie cu acid fosforic, alcaline, directe cu metanol, regenerative, cu zinc-aer, cu oxid solid, cu membrană sau schimb de protoni.

Pilele de combustie sunt ideale pentru sarcini de energie electrică relativ mici, precum și necesar de căldură scăzut. La ora actuală, în lume au fost montate o serie de sisteme de trigenerare bazate pe pile de combustie cu puteri relativ mari, ca de exemplu, în Olanda, de 100 kW, în Germania, de 245 kW și în Statele Unite ale Americii, tot de 245 kW dar au fost comercializate și echipamente cu puteri cuprinse între 1 - 10 kW. Instalațiile funcționează pe gaz natural, gaz lichefiat, dar sunt foarte eficiente dacă au drept combustibil biogazul sau gazele obținute în depozitele de deșeuri (așa numitele landfill gas). Costurile totale de instalare variază între 3030 \$ și 5200 \$, dar pot ajunge și până la 8800 \$, funcție de combustibilul ales. [5][9][12-14].

3. SURSE DE OBȚINERE A FRIGULUI ÎN SISTEMELE DE TRIGENERARE

În vederea producerii agentului frigorific într-o instalație de trigenerare, agentul termic rezultat ca deșeu după producerea energiei electrice este transmis către un chiller care poate opera pe principii de funcționare diferite. În prezent, chillerele sunt cele mai utilizate echipamente pentru producerea de agent frigorific, acestea putând fi cu absorbție, adsorbție sau cele cu motoare, dar în zonele tropicale, sunt instalate și instalații de trigenerare cu dezumidificatoare cu adsorbție.

3.1 Chiller cu absorbție

Chillerul cu absorbție utilizează un amestec compus, în general, din două substanțe, un agent frigorific și o substanță absorbantă, care au temperaturi de fierbere diferite la aceeași presiune, iar ciclul se reia nelimitat. Una din cele mai utilizate soluții absorbante este bromura de litiu. Un astfel de echipament este alcătuit dintr-un fierbător, condensator, ventil de laminare, vaporizator și absorbitor. Ca și avantaje se poate enumera fiabilitate ridicată datorită lipsei pieselor în mișcare și durată de viață ridicată până la 20 de ani, singurul dezavantaj al acestora fiind acela că au un coeficient de performanță mai scăzut decât alte modele de chiller, valorile situându-se în intervalul 0,6-0,75. Costurile suplimentare care trebuie suportate de investitor pentru a transforma o instalație de cogenerare în una de trigenerare variază funcție de puterea termică, costurile fiind de 390-530 \$/kW pentru puteri termice cuprinse între 50-500kW și ajung până la valoarea de 45 \$/kW pentru puteri termice de peste 20 MW. [15-18]

3.2 Chiller cu adsorbție

Adsorbția, spre deosebire de absorbție, are un strat subțire la suprafața corpului în care se va îngloba mediul fluid. Tehnologia de adsorbție este relativ nouă, numărul echipamentelor care o utilizează atingând în prezent câteva sute spre deosebire de cele cu absorbție care sunt de ordinul zecilor de mii. Avantajele acestei tehnologii este reprezentată de lipsa unei substanțe chimice, care prin scurgere ar putea produce pagube de natură ecologică, pot avea ca agent frigorific apa potabilă de la rețeaua urbană, prezintă costuri foarte reduse de întreținere și au o durată de viață de peste 20 de ani. Coeficientul de performanță ale echipamentelor se situează în intervalul 0,45 - 0,7, iar capacitatea termică atinge valori de până la 1,3 MW. Costul unei astfel de instalații ajunge la o valoare de aproximativ 2000 €/kW. [15][19-21]

3.3 Dezumidificatoare cu adsorbție

Dezumidificatoarele adsorb, prin intermediul unui mediu, umezeala din aerul din clădire, acel mediu necesitând regenerare după o anumită perioadă de timp. Dezumidificatoarele dispun de un rotor care prin mișcarea sa atrage aerul din încăperi, umiditatea fiind dirijată către un curent de aer cald care trece în sens invers, astfel având loc și regenerarea mediului adsorbant. Prin acest proces în încăperea se introduce o cantitate de căldură care însă poate fi foarte ușor compensată de către chillerul clădirii. Un exemplu de sistem de trigenerare în care a fost integrat un dezumidificator este prezentat în figura 4. Costul adițional al unor astfel de echipamente este exprimat funcție de debitul de aer sau, în unele cazuri, de cantitatea de umezeală extrasă și poate fi cuprins între 6 și 18 \$/cfm. [22][23].

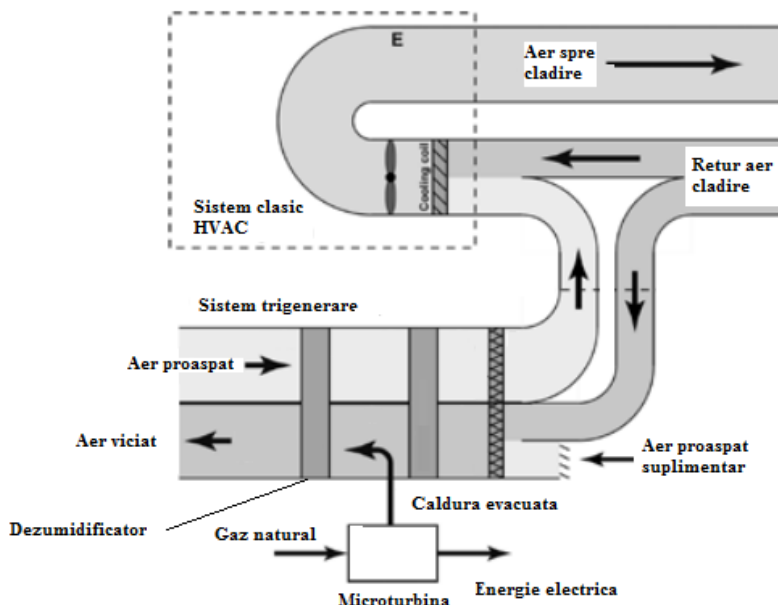


Fig. 4. Instalație de trigenerare cu dezumidificator cu adsorbție [23]

3.4 Chiller cu motor

Chillerul cu motor reprezintă o versiune a chillerului clasic, cu funcționare pe energie electrică, diferență constând în faptul că este utilizat un motor cu ardere internă pentru a acționa compresorul. Acest tip de chiller se pretează zonelor în care prețul la energie electrică este mai ridicat decât cel al gazului natural. Sunt utilizate, funcție de cantitatea de agent frigorific necesar, compresoare cu piston, centrifugal sau cu șurub. Avantajele unui astfel de chiller provin din faptul că au o eficiență mai mare, un coeficient de performanță mai ridicat decât la celelalte chillere și sunt mai compacte ca și dimensiuni. Costurile per tonă de agent frigorific se situează în intervalul 450-1050 \$/tonă. [22]

4. CONCLUZII

Perfecționarea tehnologiilor existente de producere a energiei electrice în instalații de cogenerare precum și cuplarea acestora cu echipamente de producere a agentului frigorific au ca principal scop scăderea costurilor de exploatare și de realizare a confortului interior în clădirile rezidențiale și non-rezidențiale. Se poate observa cu ușurință faptul că instalațiile de trigenerare cu puteri foarte mari, în

regim centralizat, au costuri per kW mult mai reduse decât dacă aceleași sisteme s-ar utiliza pentru ansambluri de clădiri care nu necesită o capacitate termică sau de răcire foarte mare. Acest lucru este benefic pentru țările din Europa, unde majoritatea statelor prezintă rețele centralizate de distribuție a energiei electrice sau a agentului termic.

BIBLIOGRAFIE

- [1] [HTTP://DATA.GISS.NASA.GOV/GISTEMP/TABLEDATA_V3/GLB.TS+DSST.TXT](http://data.giss.nasa.gov/gistemp/tabledata_v3/glb.ts+dsst.txt)
- [2] A. ARTECONI, C. BRANDONI, F. POLONARA, DISTRIBUTED GENERATION AND TRIGENERATION: ENERGY SAVING OPPORTUNITIES IN ITALIAN SUPERMARKET SECTOR, *APPLIED THERMAL ENGINEERING* 29, P. 1735-1743, 2009.
- [3] [WWW.ENERGYEFFICIENCYASIA.ORG](http://www.energyefficiencyasia.org), ENERGY EFFICIENCY GUIDE FOR INDUSTRY IN ASIA, THERMAL ENERGY EQUIPMENT: COGENERATION.
- [4] [HTTP://WWW.EPA.GOV](http://www.epa.gov) TECHNOLOGY CHARACTERIZATION: STEAM TURBINES, 2008.
- [5] [HTTP://WWW6.GENCAT.NET/MEDIAMB/XTRANET/DOCS/IN MITCO2_07_06_T2_EN.PDF](http://www6.gencat.net/mediamb/xtranet/docs/in_mitco2_07_06_t2_en.pdf) CHAPTER 2 TRIGENERATION TECHNOLOGIES
- [6] [HTTP://WWW.COSPP.COM/ARTICLES/PRINT/VOLUME-9/ISSUE-1/FEATURES/RECIPROCATING-ENGINES-CONTINUE-TO-EVOLVE.HTML](http://www.cospp.com/articles/print/volume-9/issue-1/features/reciprocating-engines-continue-to-evolve.html)
- [7] [HTTP://WWW.EPA.GOV](http://www.epa.gov) TECHNOLOGY CHARACTERIZATION: RECIPROCATING ENGINES, 2008.
- [8] [HTTP://WWW.EPA.GOV](http://www.epa.gov) TECHNOLOGY CHARACTERIZATION: GAS TURBINES, 2008.
- [9] [HTTP://LETE.POLI.USP.BR/PME2517_FILES/GAS-FIREDDIST.PDF](http://lete.polit.usp.br/pme2517_files/gas-fireddist.pdf) GAS-FIRED DISTRIBUTED ENERGY RESOURCE TECHNOLOGY CHARACTERIZATIONS, 2003,
- [10] [HTTP://WWW.OOCITIES.ORG/PEMNO/MICROTURBINESCAN.PDF](http://www.oocities.org/pemno/microturbinescan.pdf)
- [11] [HTTP://WWW.EPA.GOV](http://www.epa.gov) TECHNOLOGY CHARACTERIZATION: MICROTURBINES, 2008
- [12] [HTTP://APPS1.EERE.ENERGY.GOV/SUCCESES/SUCCESS STORY.CFM/NEWS_ID=19219/PROG=600](http://apps1.eere.energy.gov/successes/success_story.cfm/news_id=19219/prog=600)
- [13] [HTTP://WWW1.EERE.ENERGY.GOV/HYDROGENANDFUELCELLS/PDFS/TSPI STEWARD.PDF](http://www1.eere.energy.gov/hydrogenandfuelcells/pdfs/tspi_steward.pdf)
- [14] [HTTP://UNIVERSULENERGIEI.EUROPARTES.EU/ARTICOLE/ENERGIE/PILE DE COMBUSTIE.PDF](http://universulenergiei.europartes.eu/articole/energie/pile_de_combustie.pdf)
- [15] M. VERDEȘ, V. CIOCAN, PROCESE TERMODINAMICE ÎN INSTALAȚIILE FRIGORIFICE, *EDITURA SOCIETĂȚII ACADEMICE "MATEI-TEIU BOTEZ"*, IAȘI, 2009
- [16] S.M. BRYANT, TECHNO-ECONOMIC FEASIBILITY OF CHP PLANTS EQUIPPED WITH THERMAL STORAGE IN ONTARIO, CANADA, AND THEIR CONVERSION TO TRIGENERATION PLANTS USING ABSORPTION CHILLERS, 2011
- [17] O. AJAYI, L.A. VERONELLI, D. GENINI, H.G. JANG, H.J. JUNG, NATURAL GAS IN TRIGENERATION GENERATION OF ELECTRICITY, HEAT AND COOLING, NORWEGIAN UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY, TRONDHEIM, 2011.
- [18] [HTTP://WWW.ENERGY.CA.GOV/2012PUBLICATIONS/CEC-200-2012-002/CEC-200-2012-002.PDF](http://www.energy.ca.gov/2012publications/CEC-200-2012-002/CEC-200-2012-002.pdf) COMBINED HEAT AND POWER: POLICY ANALYSIS AND 2011-2030 MARKET ASSESSMENT., 2012.
- [19] S.A. TASSOU, Y-T GE, J. LEWIS, ALTERNATIVE AND EMERGING REFRIGERATION TECHNOLOGIES FOR FOOD REFRIGERATION APPLICATIONS, BRUNEL UNIVERSITY.
- [20] [HTTP://WWW.COSPP.COM/ARTICLES/PRINT/VOLUME-10/ISSUE-5/FEATURES/ADSORPTION-AND-OTHER-THERMAL-CHILLERS-MAKING-TRIGENERATION-SYSTEMS-WORK.HTML](http://www.cospp.com/articles/print/volume-10/issue-5/features/adsorption-and-other-thermal-chillers-making-trigeneration-systems-work.html)

- [21] [HTTP://FILES.HARC.EDU/SITES/GULFCOASTCHP/WEBINARS/TRIGENERATION_20110825.PDF](http://files.harc.edu/sites/gulfcoastchp/webinars/trigeneration_20110825.pdf)
- [22] [HTTP://WWW1.EERE.ENERGY.GOV/MANUFACTURING/DISTRIBUTEDENERGY/PDF/S/IES_MARKET_ASSESSMENT.PDF](http://www1.eere.energy.gov/manufacturing/distributedenergy/pdf/ies_market_assessment.pdf) INTEGRATED ENERGY SYSTEMS FOR BUILDINGS: A MARKET ASSESSMENT, 2002,
- [23] P. KOHLENBACH, C. BONGS, S WHITE, J. WARD, PERFORMANCE MODELLING OF A DESICCANT-EVAPORATIVE SORPTION AIR CONDITIONING SYSTEM DRIVEN BY MICRO-TURBINE WASTE HEAT IN TROPICAL CLIMATES, 2006.

Concepții privind structurile agro-vegetale dezvoltate pe verticală

Toma Alina Elena,

doctorand, Facultatea de Construcții și Instalații Iași, alina.e.toma@gmail.com

Rezumat

Această lucrare își propune să ofere o imagine de ansamblu în limitarea producției agricole convenționale și să prezinte serele verticale ca o alternativă la sistemul de producție tradițional. Acest tip de structură poate fi realizată din cadre metalice cu vitraj din sticlă, sau în totalitate, din materiale moderne performante PAS (poliesterii armați cu fire de sticlă), materiale caracterizate de rezistențe mecanice ridicate. Dezvoltarea noilor tipuri de materiale se datorează schimbărilor climatice drastice și creșterii valorilor încărcărilor suportate de acest tip de structuri.

Cuvinte cheie: sere verticale, PAS, sere etajate.

1. INTRODUCERE

1.1. Stadiul actual al cercetării în agricultura modernă

Debutul agriculturii în urmă cu aproximativ 10000 - 12000 ani a dus la o continuă dezvoltare a structurilor de sere, datorită modificărilor climatice și a necesității protejării culturilor. Disponibilitatea limitată a resurselor alimentare naturale, datorată fie schimbărilor de mediu sau a exploatării excesive, a obligat populația să aclimatizeze culturile (14). Această schimbare radicală în stilul de viață a solicitat semnificativ, un grad mai mare de organizare și a pus bazele pentru civilizația în curs de dezvoltare. De atunci, dieta pentru cea mai mare parte a populației la nivel mondial se bazează pe produse din agricultură (3).

Cu toate acestea, agricultura nu mai dă randament acolo unde exploatarea intensă a unei zone relativ mici din teren este constrânsă de mediul natural (regiunile arctice), sau ca urmare a epuizării resurselor (pierderea de teren fertil). Acesta din urmă se crede că a provocat prăbușirea civilizației întregi în trecut (4). Cu toate acestea, judecând după creșterea populației la nivel mondial și îmbunătățirea, în medie, a nivelului de trai, agricultura a fost un foarte mare succes ca strategie de aprovizionare cu alimente. A fost nevoie de mai mult de 150.000 de ani înainte ca omul modern să înceapă să cultive alimente (3), dar mai târziu, a fost nevoie de un alt salt de dezvoltare pentru a satisface cererea de alimente a populației în continuă creștere.

Revoluția verde, combinată cu evoluția în cercetare (12), dezvoltare și tehnologie a declanșat o creștere masivă a producției (6), dar, de asemenea, a deschis calea pentru explozia demografică ulterioară (16). Bazându-ne pe dezvoltarea populației, există indicii referitoare la pericolul de insuficiență de alimente substanțiale, în mare măsură din cauza terenului limitat și a apei (3). Această legătură între creșterea populației și producția de alimente poate fi ruptă numai prin controlul populației (1), dar chiar și cu adoptarea imediată la nivel mondial de astfel de politică s-ar lua mai mult de o jumătate de secol înainte ca populația lumii să se fi stabilizat în cele din urmă. Reducerea randamentului agricol anticipează, ca o consecință a schimbărilor climatice (1) grave, o nesiguranță alimentară. Prin urmare, agronomi și ingineri sunt obligați să intensifice modalitățile de dezvoltare structurală a sereilor și să găsească noi metode și tehnologii pentru o producție alimentară durabilă, în creștere și utilizarea eficientă a resurselor, precum și protejarea ecosistemelor naturale și a resurselor (3).

1.2. Avantajele construcțiilor agro-vegetale dezvoltate pe verticală

Construcțiile agro-vegetale sunt destinate culturii forțate a legumelor și florilor în vederea creșterii producției la hectar și distribuției în timp a recoltei diferită de cea obținută în condiții naturale (14).

Complexitatea construcțiilor destinate producției vegetale, decurge în funcție de scopul urmărit în: lungirea duratei de vegetație, atât primăvara cât și înspre toamnă, în scopul obținerii recoltelor precoce sau până toamna târziu; acest lucru se obține în construcții de tip răsadnitate sau solarii; producției intensive eșalonate pe tot parcursul anului, realizate în construcții de tip sere (13).

Serele sunt construcții cu pereți și acoperiș transparent, în care se realizează un microclimat artificial favorabil culturii legumelor sau florilor, indiferent de starea vremii sau de anotimp.

Utilizarea sereilor construite integral din PAS constituie un avantaj prin evitarea efectului de seră, însorirea pe o suprafață mai mare datorită translucidității materialului și imunitatea la coroziune (14).

2. ALCĂTUIREA STRUCTURALĂ A SERELOR

2.1. Concepții de alcătuire și clasificare ale construcțiilor agro-vegetale

Urmărind dezvoltarea construcțiilor de sere în diferite țări, se disting concepții variate de dezvoltare și anume: sere individuale, bloc, etajate sau mobile (14).

Serele individuale izolate sunt așezate la distanțe dictate de aleile de circulație și de luminozitate. Acestea pot fi rezolvate cu deschideri mici 3-3.5 m, destinate

circulației și lucrabilității pământului. Serele individuale se pot realiza și cu deschideri mari între 9.00-12.00 chiar și 20.00 m cu luminozitate foarte bună, soluție care asigură condiții pentru culturi florale, dar și pentru culturi variate de legume (14). Acest tip de sere se folosesc în Olanda, Danemarca, Anglia și Germania.

Serele bloc sunt destinate producției forțate de tip industrial, cu deschideri și travee de 3-4 m, dictate de posibilitățile de lucru din interior. Acestea permit o folosire mai avantajoasă a terenului, au pierderi mici de căldură și consum mic de material (14). Acest tip de sere sunt utilizate în România, Bulgaria, Germania.

Serele etajate, sistem turn au început să apară în vederea economiei de teren, lucru foarte important în cazul amplasării în vecinătatea marilor orașe.

Ruthner- Austria, a fost printre primii care au gândit acest sistem (8), construcția având o înălțime de 43 de m și o suprafață de cultură de 1100 m² (9).

Serele mobile sunt o variantă ce a apărut în ultimii ani în Olanda, Anglia și Noua Zeelandă, fiind alcătuite din tronsoane ce se deplasează pe sine. Prin mutarea acestor construcții în diferite locuri se creează posibilitatea protejării culturilor timpurii primăvara și prelungirea perioadei de recoltare toamnă, evitându-se infectarea solului cu agenți patogeni, precum și apariția fenomenelor de salinizare și degradare chimică și structuro-texturală a acestuia (13).

2.2 . Forme geometrice clasice

Serele pot avea diferite forme geometrice dictate de forma acoperișului: cuplate la nivelul acoperișului, tip tunel sau cu acoperiș simetric în două pante (14).

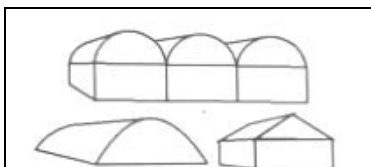


Fig.1. Forme geometrice ale acoperișului (14)

Există și alte forme structurale ale serelelor la care materialele de bază pot fi lemnul sau aluminiul: cu cadru rigid, cadru format din stalpi și câmpuri, cadru tip A, arc gotic, arc semicircular (14).



Fig.2. Forme geometrice ale serelor (14)

Sectiunea transversală cea mai des întâlnită în cadrul serelor este secțiunea de tip tunel. Elementele structurale ale unei sere, sunt: fundațiile, stalpi și riglele. Factorii cei mai importanți în alegerea structurii unei sere sunt: accesibilitatea, transmisia lumini, stabilitatea și durabilitatea structurii (14).

Disponibilitatea de realizare a unor ~~panouri~~ panourilor vitrate mobile, are ca avantaj pe de o parte asigurarea ventilării naturale, iar pe de altă parte, în timpul ierni când greutatea stratului de zăpadă este în ~~stare~~ se poate evita colapsul structurii prin deschiderea acestora și căderea zăpezii în interiorul serei. Se distruge astfel o parte din cultură, dar se păstrează intactă structura de rezistență.

3. DESCRIEREA MATERIALELOR

3.1. Proprietățile mecanice ale oțelului

În structurile clasice de sere, oțelul este de departe, cel mai utilizat material datorită caracteristicilor sale mecanice superioare și dimensiunile reduse ale ~~secțiunilor~~ secțiunilor. Utilizat alături de panourile din sticlă, acest sistem clasic a ~~de~~ înut monopolul o perioadă îndelungată de timp. Caracteristicile mecanice ale ~~oțelurilor~~ oțelurilor uzuale în construcții sunt prezentate SR EN 1993 -1-1 (15).

Metalul folosit curent pentru structurile de sere este ~~oțelul~~ sub formă de profile laminate, tablă îndoită, bare sau țevi ce se protejează împotriva coroziunii prin galvanizare sau vopsire.

3.2. Proprietățile mecanice ale materialului PAS

Poliesterii armați cu fibre de sticlă, PAS, fac parte din grupa materialelor compozite moderne pentru construcții, cu proprietăți fizico-chimice și mecanice net superioare celor clasice (13).

Compoziția materialului PAS este: rășină poliestică, întăritor de tip peroxid, accelerator pe baza de cobalt. Rășiniile termorigide poliesterice au o bună stabilitate în timp și se dizolvă în ~~solvenți~~ solvenți pe baza de cetone cu următoarele

caracteristici mecanice: rezistența la întindere: 1600 daN/cm^2 ; rezistența la compresiune 2000 daN/cm^2 ; rezistența la încovoiere 2600 daN/cm^2 .
 Modulii de elasticitate: la trăsătură 85000 daN/cm^2 ; la compresiune 60000 daN/cm^2 ; la întindere 160000 daN/cm^2 ; Modulul de elasticitate Young $E = 150000 \text{ daN/cm}^2$ (13).

4. IMPORTANȚA CONDIȚIILOR CLIMATICE PENTRU POZIȚIONAREA CONSTRUCȚIILOR AGRO-VEGETALE

4.1. Condiții climatice exterioare

Amplasarea serelor diferă în funcție de scopul acestora și de tipul de plantație ales pentru cultivare. Cele mai importante condiții ce trebuie îndeplinite la amplasarea în teren a unei sere sunt: nivelul apelor subterane (13), să fie la cel puțin 30 m față de cota terenului natural sau să existe posibilitatea de drenare a apelor; protecție eficientă contra vânturilor reci sau dominante sau posibilitatea de realizare a perdelelor de protecție; să fie amplasate cât mai departe de zonele industriale pentru a mișca cât mai mult depunerile de fum și praf (5), existând surse de electricitate apropiate pentru micșorarea investițiilor în exploatare (13).

Folosirea la maxim a luminii solare obligă la dispunerea serelor cu axa longitudinală pe direcția N-S, cu deviație de maxim 20° C spre est sau vest. Vânturile dominante se vor folosi în avantajul unei bune ventilări naturale și pentru a scădea depunerile de praf și fum (13).

4.2. Condiții climatice interioare

Factorii de microclimat trebuie să fie menținuți în limite stricte, cu variații foarte mici, știind că plantele sunt dependente de mediul ambiant (13). Principalii factori de microclimat sunt apa, temperatura, conținutul de gaze și viteza curenților de aer. Lumina influențează direct dezvoltarea plantelor datorită asimilației clorofilene iar căldura este absolut necesară pentru sinteza hidratorilor de carbon care au rol de catalizator, plantele nedevelopându-se în spații întunecate (13). Temperatura este de asemenea un factor important al climatului interior deoarece plantele au nevoie de căldură pentru dezvoltare și nu suportă variații de temperatură mai mari de 3°C - 4°C mai mult de 10-12 ore pe zi (13).

Utilizarea structurii din cadre și panouri vitrate din PAS duce la eliminarea efectului de seră și asigură o perioadă mai îndelungată a zilei însorite.

5. CONCLUZII SI PROIECTE IN CURS DE DESFĂȘURARE

Producția de culturi în clădiri cu mai multe etaje, este o idee ce provine de o jumătate de secol în urmă (10). În 1966, Othmar Ruthner a prezentat "Aparate pentru cultivarea artificială a plantelor", prima descriere detaliată a modului despre cum se poate utiliza un spațiu tridimensional pentru cultivarea plantelor în mod independent de sezon și de climă (9), și în 1970, și Riethus Bau au efectuat un studiu de producție de legume de patru ani într-o seră de 13 m înălțime.

Recent, conceptul a fost reintrodus și dezvoltat în continuare cu privire la schimbările climatice și de mediu actuale. În 2009, conceptul de creștere pe verticală a fost introdus de profesorul Dickson Despommier. Despommier duce agricultura de interior un pas mai departe și îl mută în mediul urban (16).



Fig.3. Editt Tower, Singapore (16)

Prin utilizarea de zgârie-nori, clădiri și alte structuri în orașele noastre, ambiția este de a atenua sau chiar rezolva o ~~parte~~ parte de efectele negative pe care practica agricolă actuală are asupra mediului (1). În 2010, a fost lansată cartea sa intitulată "The Farm Vertical: Hrănirea lumii în secolul 21". În prezent, construcții le au început și ferme verticale sunt construite în Suedia, Singapore, Japonia, Coreea și Statele Unite ale Americii. Asigurarea unui studiu de caz în acest moment este dificil de realizat (16). Până în prezent, clădirile sunt în construcție, departe de a fi terminate și cele mai multe companii agricole ce dezvoltă agricultura pe verticală sunt foarte tăcute și protective cu tehnicile și proiectele lor. Cu toate acestea exista

o previzualizare a construcției și planurile de la Plantagon din Linköping, Suedia, ce este în curs de desfășurare (16). Programată pentru finalizare în 2015, compania intenționează privind utilizarea unui design neconvențional: o structură globulară unde accentul principal este pus pe construirea de sisteme automate care mișcă în sus culturile pe măsură ce acestea se maturizează din stadiul de răsad, până la recoltare și pentru optimizarea pătrunderii luminii distribuție ei (7). Designul rotativ și sistemul automatizat are scopul de a reduce la minimum sau chiar elimina nevoia de iluminare artificială (16).



Fig.4. Plantagon din Linköping (11)

Conceptul de agricultură verticală este, fără îndoială, unul promător. Acesta combină cu succes nevoile pentru o agricultură durabilă din punct de vedere ecologic de a conduce agriculturii cu mijloace economice și eficientă a resurselor de producție (2). O mare parte din tehnologia necesară există deja, dar puși simplu trebuie să fie combinată în mod corect (1). Alte zone au nevoie de îmbunătățiri, de cercetare și dezvoltare în continuare a fi de succes (1). Fiind un concept nou, așa cum este agricultura verticală, cel mai bun mod de a privi această temă este ca o lucrare în curs de desfășurare (16).

Bibliografie

1. Despommier, D. (2012). The Vertical Essay. Department of Environmental Health Sciences Mailman School of Public Health Columbia University. <http://www.verticalfarm.com>
2. Ellis, J. (2012). Agricultural Transparency Reconnecting Urban Centres With Food Production. Dalhousie University, School of Architecture, Halifax, Nova Scotia
3. Germer, J. Sauerborn, J. Asch, F. de Boer, J. Schreiber, J. Weber, G. Muller, J. (2011) Skyfarming an ecological innovation to enhance global food security. Journal of Consumer Protection and Food Safety 14

4. Groom, M. Meffee, G. Carroll, C.R. (2005) Principles of Conservation Biology, 3rd ed., Sinauer Associates, Inc., Sunderland, Massachusetts, USA.
5. Horticulture meets Automation, Kondo N. (2012), Challenge sin vertical farming.org
6. Lessons and challenges in vertical farming from urban, Nelkin, J. (2012) Commercial production of greens, Challenge sin vertical farming.org
7. Petersson, K. (2006) Industriell Ekologi i Sverige Förekomst av integration av material- och energiflöden i skogsindustrin. Linköping University, Institute of Technology, Department of Mechanical Engineering, S-58183 Linköping, Sweden.
8. Riethus, H. Bau, H. (1970) Das Turmgewachshaus nach Ruthner und seine Bedeutung fur den Gemusebau. Techn. Univ. Universitätsbibliothek, Abt. Publikationen
9. Ruthner, O. (1966) Apparatus for the artificial cultivation of plants, bacteria, and similar organism. United States Patent Office, USA
10. Why vertical farms?, Despommier D (2012). Challenge sin vertical farming.org.
11. <http://www.agri-tecture.com/post/17738148042/plantagon-is-an-innovative-vertical-farming#.UbIBIT5RexM>
12. EDITT Tower (“Ecological Design In The Tropics”), T R Hamzah & Yeang, Singapore, <http://www.inspirationgreen.com/vertical-farms.html>
13. I.Giurma, E. Decher, Contract de cercetare (2004), "Protecția contra manifestărilor meteorologice și de radiații periculoase a culturilor vegetale prin rețehnologizare și modernizare a serelor", etapele I-VI
14. Ențuc, G. Opriș (2006), "Construcții în zone rurale", Editura Ștef,
15. SR EN 1993-1-1-2006, Proiectarea structurilor de oțel
16. Peter Möller Voss (2013) Vertical Farming: An agricultural revolution on the rise, SE-301 18 Halmstad, Sweden