

Colecția **Manifestări științifice**



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

Al X-lea simpozion național

Creații universitare

2017

Cercetări științifice interdisciplinare în Inginerie Civilă



ISSN 2247-4161

ISSN-L 2247-4161



Editura Societatii Academice "Matei-Teiu Botez"

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

CREAȚII UNIVERSITARE 2017

**Cercetări științifice interdisciplinare în Inginerie
civilă**



Editura Societății Academice „Matei - Teiu Botez”
Iași 2017

Al X-lea Simpozion Național „Creații universitare”, Iași, 2017

Editori coordonatori:

ing. Maria Nicoleta Peșehonov
sef lucrari dr.ing. Gabriela Covatariu

Publicație științifică
ISSN 2247-4161, ISSN-L 2247-4161

Director, prof. univ.dr.ing. Constantin Ionescu
Redactor șef, șef lucrări dr. ing. Daniel Covatariu

“Creații universitare 2017”, Simpozion Național
Iași, România, 2 iunie 2017

C U P R I N S

1. Reabilitarea construcțiilor rezidențiale – Amariei Victor Lucian	1 - 6
2. Cauzele și efectele acțiunii umidității asupra construcțiilor istorice – Andrei Victor-Andrei	7 - 15
3. Analiza variației regimului termo-convectiv în schimbătoare de căldură tubulare funcționând cu nanofluid – Baran Andreea Irina	16 - 22
4. Beton cu adaos de minerale – Bejan Gabriel	23 - 30
5. Materiale eco-sustenabile – Cărpuşor Victor-Ştefan	31 - 38
6. Identificarea defectelor în elemente din beton armat utilizând metode nedistructive – Chingălată Costel	39 - 49
7. Programarea proiectării investițiilor mari cu ajutorul programului Microsoft Project – Cirimpei Ion	50 - 55
8. Studii privind predictibilitatea și cuantificarea activităților specifice calității la construcția clădirilor - terasamente – Costoaea Nicolaie Gabriel	56 - 64
9. Factori de influență a productivității globale în construcții – Dumitrescu Bogdan	65 - 71
10. Cauzele degradării betonului și betonului armat utilizat în construcția rezervoarelor de apă – Filip Alexandru	72 - 79
11. Ansambluri de locuințe individuale: Concept. Structură. Forme de organizare în plan – Gazea Andrei	80 - 86
12. Considerații și exigențe ale proceselor ce contribuie la asigurarea calității în construcții – Grigorean Adrian	87 - 96
13. Evoluția instrumentelor optice și optico-electronice pentru măsurarea unghiurilor – Morariu Diana Ioana	97-106
14. Încercarea ancorajelor fixate în teren prin injectare – Săvoaia Alexe	107-114
15. Implementarea sistemelor de monitorizare a structurilor de poduri – Scutaru Maria-Cristina	115-126
16. Producerea betonului cu deșeuri utilizând ca agregat cenușă de furnal – Sosoî Gavril	127-135
17. Demolarea structurilor alcătuite din elemente prefabricate precomprimate – Stan Ioan-Lucian	136-143
18. Particularități ale îmbinărilor grindă-stâlp la structuri metalice în cadre etajate amplasate în zone seismice – Stașcov Mihail	144-152
19. Analiza factorilor de risc și soluții de diminuare a acestora în procesul de dezafectare a construcțiilor – Tănăsucă Vasile-Cristian	153-162
20. Determinarea caracteristicilor intrinseci ale mixturilor asfaltice – Ursanu Ovidiu	163-168
21. Lucrări de termo-hidroizolație la acoperișul unei săli de sport – Zanvettor Giovanni-Mario	169-174
22. Conținutul de bitum natural din nisipul bituminos din România – Ioniță Gabriela	175-180

Reabilitarea construcțiilor rezidențiale

Amariei Victor Lucian

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

Rezumat

În ultimul deceniu, reabilitarea construcțiilor rezidențiale a devenit un subiect abordat frecvent datorită vechimii și degradării continue a fondului de clădiri rezidențiale contruit. Vechimea de peste 50 de ani implică o verificare atentă a celei mai importante cerințe din Legea 10/1995, modificată și completată cu Legea 177/2015 și Legea 163/2016 "rezistență mecanică și stabilitate" ca de altfel și celorlalte 6 cerințe de calitate din aceeași lege. Problematika modernizării clădirilor include mentenanța, reparațiile, restaurarea și extinderea imobilelor. Lucrarea prezintă tipurile de reabilitări pentru locuințe și necesitatea lor. Activitățile de reabilitare reprezintă un potențial major, o certitudine ce nu poate fi contestată datorită beneficiilor economice și a conservării resurselor.

Cuvinte cheie: reabilitare, modernizare, construcții rezidențiale, reabilitare termică.

1. INTRODUCERE

Îmbunătățirea unor calități ale elementelor sau subansamblurilor din componența construcțiilor, care din diferite motive nu mai răspund cerințelor de calitate pentru exploatarea normală, până la atingerea nivelurilor de performanță considerate raționale, pentru a se asigura funcționarea optimă a acestora și a clădirii în ansamblu reprezintă reabilitarea clădirilor. Un mare număr de clădiri aflate în exploatare (mai vechi sau mai recente), executate pe baza unor exigențe la data realizării, supuse în perioada de serviciu diferitelor solicitări, nu mai corespund exigențelor actuale. Astfel se pune problema unor intervenții tehnice pentru modernizare. Sub aspectul izolării față de mediul înconjurător, majoritatea clădirilor au fost prevăzute cu elemente de închidere cu calități reduse, care în timp s-au diminuat și mai mult datorită: acțiunii ciclice a factorilor de mediu (variații mari de temperatură și de umiditate, radiația solară, îngheț-dezgeț repetat etc.), situațiilor de exploatare improprii. Condițiile improprii la care sunt supuse construcțiile sunt necorespunzătoare pentru exigențele de confort, igienă și consum de energie. Capacitatea de izolare termică este mult sub exigențele actuale. Se adaugă la aceste caracteristici fizice diminuarea calitativă a randamentului, instalațiilor de încălzire existente (uzate fizic), a instalațiilor de transport a

agentului termic. Reabilitarea poate urmări refacerea unor valori diminuate având în vedere stadiile de exigență din faza inițială sau majorarea nivelurilor de performanță calitativă. Acțiunea de modernizare presupune adaptarea la exigențele utilizatorilor actuale față de perioada execuției.

2. NECESITATEA REABILITĂRII CONSTRUCȚIILOR REZIDENȚIALE

Reabilitarea locuințelor constituie îmbunătățirea unor însușiri ale elementelor sau a subansamblurilor componente care, din diferite motive, au devenit nesatisfăcătoare pentru exploatarea normală. Asigurarea funcționării în condiții de siguranță a acestora și a clădirii în ansamblu înseamnă atingerea nivelurilor de performanță impuse de legislația în vigoare. Acest lucru presupune o serie de intervenții pentru ca imobilul să răspundă cerințelor de calitate conform Legii 10/1995 din punct de vedere calitativ (6). Necesitatea reabilitării construcțiilor rezidențiale este indispensabilă pentru cele construite în perioada postbelică, pe sistemul prefabricatelor care datorită trecerii timpului au semne vizibile de degradare (4). Exigențele actuale referitoare la clădirile rezidențiale sunt mult mai restrictive decât cele acceptate în perioada anterioară din pricina modificărilor survenite în natură, complexitatea acțiunilor ce se exercită asupra clădirilor și a evoluției nevoilor utilizatorilor. Se impune în unele cazuri reabilitarea structurală sau termică.

3. STADIUL ACTUAL AL CONSTRUCȚIILOR REZIDENȚIALE ÎN ROMÂNIA

În România, suprafața construită este de 493 000 000 m², 86% din aceasta fiind reprezentată de clădirile rezidențiale. Din cele 8,1 milioane de unități locative, locuințele unifamiliale sunt dominante, reprezentând 61% din acestea. [2]

Sectorul rezidențial este structurat astfel:

- 88,5% din unitățile locative sunt ocupate permanent;
- aproape jumătate din totalul locuințelor (47,5%) sunt situate în zonele rurale, rezultând faptul că populația rurală din România este peste media europeană;
- în zonele rurale: 95% din unitățile locative sunt locuințe individuale (unifamiliale);
- în zonele urbane: 72% din unitățile locative sunt situate în blocuri de locuințe (care au în medie circa 40 de apartamente per bloc);

- peste 60% din blocurile de locuințe au regim de înălțime P+ 4 etaje, iar 16% au P+10 etaje;
- forma dominantă de proprietate este cea privată, ocupând 84% din fondul total de clădiri rezidențiale. Aproximativ 1% din clădiri se află în proprietate publică, iar restul de 15% sunt clădiri deținute sub o formă de proprietate mixtă.

În ceea ce privește profilul de vechime, majoritatea clădirilor rezidențiale au fost construite în a doua jumătate a secolului XX, evidențiindu-se perioada 1961-1980, după cum se ilustrează în figura 3.1.

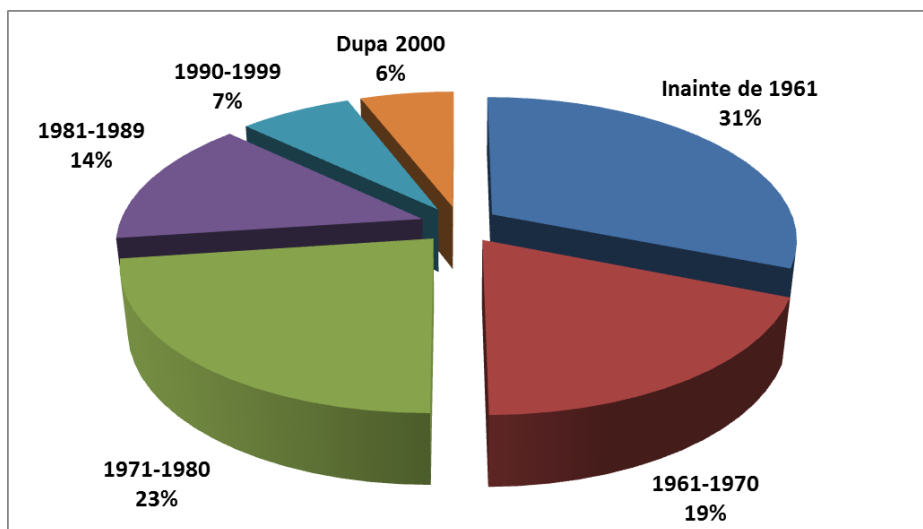


Fig. 3.1 – Profilul de vechime al clădirilor rezidențiale (locuințe), după anul construirii

Datorită stării clădirilor, în principal din cauza neefectuării reparațiilor la acestea, îndeosebi în cazul blocurilor de locuințe din zonele urbane și, parțial, în cazul caselor unifamiliale din zonele rurale, aproximativ 58% din blocurile de locuințe existente (circa 2,4 milioane de apartamente) construite înainte de 1985 necesită reabilitare și modernizare termică.

Principalele variabile care influențează procesele de reabilitare a clădirilor sunt:

- rata execuției reabilitărilor, exprimată ca % din fondul de clădiri într-un an dat;
- amploarea reabilitării;
- costul reabilitării, care variază în funcție de amploarea acesteia.

În cazul clădirilor rezidențiale, rata execuției reabilitărilor este aleasă în scopul de a prioritiza clădirile construite înainte de 1960 și cele construite între 1961 și 1990,

din care o mare parte a acestora fiind sau urmând a fi reabilitate între momentul actual și anul 2030.

4. ETAPELE REABILITĂRII UNEI CONSTRUCȚII REZIDENȚIALE

În problemele tehnice care țin de reabilitarea clădirilor, alegerile posibile pot fi între mai multe variante de reabilitare, fiecare cu avantajele și dezavantajele ei respectiv cu costuri mai mici sau mai mari. Atunci trebuie găsit un algoritm mai performant, adică o metodă pentru a afla drumul spre soluția cea mai bună dintre toate variantele posibile (1). Prima etapă în reabilitarea unei construcții rezidențiale constă în expertizarea clădirii, urmată de stabilirea măsurilor de intervenție și proiectarea lor. Clădirile aflate în exploatare pot fi reabilitate din mai multe puncte de vedere:

- funcțional, atunci când se urmărește satisfacerea unor exigențe superioare privind utilizarea spațiului interior, prin reorganizare adecvată, păstrându-se destinația inițială a unității funcționale sau operându-se modificări de importanță redusă;
- estetic-decorativ, pentru refacerea sau modernizarea aspectului general sau zonal, aplicând finisaje pe bază de materiale și sisteme moderne;
- al rezistenței, respectiv reabilitarea mecanică, având ca scop redarea sau sporirea calităților de rezistență a elementelor afectate în urma unor solicitări mecanice;
- termofizic, când se urmărește îmbunătățirea calităților necesare asigurării condițiilor normale de confort și sanitar-igienice, cu consum rațional de energie;
- al funcționării instalațiilor și echipamentelor, care are ca obiect refacerea sau înlocuirea instalațiilor din clădirile existente, depreciate datorită utilizării îndelungate.

Reabilitarea higrotermică este baza reabilitării termofizice. Aceasta reprezintă un ansamblu de măsuri tehnice aplicate componentelor anvelopei unei clădiri existente, cu scopul de a le spori performanțele privind comportarea la transferul de căldură și masă corespunzător unor niveluri de exigențe raționale de confort și de economie de energie. Componenta principală a reabilitării higrotermice este reabilitarea termică (figura 4.1). Metoda aceasta, prin care se urmărește îmbunătățirea gradului de izolare termică a elementelor de închidere este cel mai des folosită în reabilitare.



Fig. 4.1 – Reabilitarea termică a unui bloc de locuințe

Reabilitarea higrotermică a unor elemente de închidere care compun anvelopa construcțiilor cu probleme de confort termic poate deveni necesară după o anumită perioadă de exploatare, din numeroase considerente, cele mai importante fiind:

- diminuarea calităților de izolare termică a elementelor de închidere sau a stratului de izolație din alcătuirea lor, ca urmare a acțiunii unor factori climatici și de exploatare;
- creșterea nivelului de exigențe privind microclimatul din încăperi datorită cerințelor sporite de confort ale utilizatorilor, drept urmare a nivelului de viață mai ridicat;
- modificarea exigențelor privind gradul de izolare a anvelopei după o perioadă de exploatare, din rațiuni economice, energetice și de protecție a mediului înconjurător;
- modernizarea generală, determinată de aspecte estetice, funcționale, de rezistență, situație în care reabilitarea higrotermică poate fi doar conjuncturală, dar utilă.

Cea mai des folosită metodă de reabilitare a construcțiilor rezidențiale este reabilitarea termică. În acest sens, Guvernul a lansat un Program de Reabilitare Termică a Blocurilor de Locuințe în anul 2009. Programul este reglementat de OUG nr.18/2009, cu modificările și completările ulterioare, de Normele metodologice de aplicare a OUG nr. 18/2009 aprobate prin OMDRL nr. 163/2009, cu modificările și completările ulterioare. Acestea se adresează asociațiilor de

proprietari care doreau să crească performanța energetică a blocurilor de locuințe construite pe baza unui proiect elaborat până în anul 1990, indiferent de sistemul de încălzire al acestora. Obiectivele principale a programului erau: îmbunătățirea condițiilor de igienă și confort termic, reducerea pierderilor de căldură și a consumurilor energetice, reducerea costurilor de întreținere pentru încălzire și apă caldă de consum, reducerea emisiilor poluante generate de producerea, transportul și consumul de energie, păstrarea valorii arhitecturale, ambientale și de integrare cromatică în mediul urban. [5] Ca efect al acestui program au fost reabilitate termic circa 7% din fondul clădirilor rezidențiale ale României.

5. CONCLUZII

Reabilitarea clădirilor rezidențiale în România a apărut ca o nevoie de modernizare și îmbunătățire a fondului rezidențial construit, care odată cu trecerea timpului a devenit inadecvat pentru exigențele actuale. Reabilitarea în sine reprezintă îmbunătățirea unor însușiri ale elementelor sau a subansamblurilor componente a unei construcții rezidențiale, iar necesitatea ei este dată de nevoia de a readuce în stare activă unele funcțiuni ale clădirilor care au fost deteriorate în procesul de exploatare din diferite cauze, precum și dorința de îmbunătățire a acestora. În prezent, în România cea mai des aplicată formă de reabilitare a locuințelor este cea termică. Avantajele acestei etape sunt ameliorarea condițiilor de igienă și confort, reducerea pierderilor de căldură, consumului energetic, refacerea imaginii urbane, asigurarea în interior a unui climat confortabil, îmbunătățirea izolației fonice, conservarea mediului înconjurător. Dezavantajul principal al reabilitării termice este costul operațiunii care, în funcție de situație, poate fi foarte ridicat. De asemenea, acest tip de reabilitare contribuie la strategia de dezvoltare durabilă datorită gradului mai ridicat de eficiență energetică oferit clădirilor în urma modernizării.

Bibliografie

1. Șerbănoiu I., Ungureanu L.C. (2011), *Metode de optimizare a execuție clădirilor înalte*, Editura Societății Academice „Matei – Teiu Botez” Iași, ISBN 978-606-582-008-1
2. Institutul Național de Statistică
3. Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare în Construcții
4. <http://www.scribgroup.com>
5. <http://www.mdrap.ro>
6. <http://www.isc-web.ro/>
7. Budescu M., Ciongradi I.P., Țăranu N., Gravrilaș I., Ciupală M. A., Lungu I., *Reabilitarea construcțiilor*, Ed.Vesper, Iași, 2001, ISBN 973-96589-9-7

Cauzele și efectele acțiunii umidității asupra construcțiilor istorice

Andrei Victor-Andrei

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

Rezumat

Protejarea construcțiilor istorice trebuie să reprezinte pentru cultura și civilizația unei țări un deziderat menit să conserve și să valorifice moștenirea culturală.

O parte substanțială a fondului vechi construit din România prezintă degradări datorate umidității. Pentru a rezolva această problemă este necesară identificarea și înlăturarea cauzelor și efectelor acțiunii apei asupra construcțiilor. De cele mai multe ori umiditatea acționează atât din interior cât și din exteriorul construcției, atingând praguri alarmante în special la nivelul subsolurilor.

Cuvinte cheie: monument istoric, degradare, umiditate, capilaritate, apă, condens.

INTRODUCERE

Monumentul istoric reprezintă o operă artistică sau o construcție arhitectonică realizată de om, caracterizată fie de valoarea sa culturală, fie de asocierea cu anumite evenimente istorice sau personalități. O astfel de construcție se impune prin valoare sau prin proporțiile sale și poate aparține atât trecutului cât și prezentului.

În sensul Legii 422/2001 cu completările și modificările ulterioare, monumentele istorice sunt bunuri imobile, construcții și terenuri situate pe teritoriul României sau în afara granițelor, proprietăți ale statului român, semnificative pentru istoria, cultura și civilizația națională și universală.

Degradările pot fi definite ca fiind rezultatul acțiunii agresive a factorilor de mediu asupra materialelor de construcții și pot duce la modificarea caracteristicilor fizico-chimice și mecanice. Degradările structurale apar fie ca urmare a deficiențelor ce iau naștere în faza de proiectare, execuție sau de exploatare, fie ca rezultatul acțiunii continue a factorilor de mediu și pot avea efecte directe asupra rezistenței și rigidității elementelor structurale.

Un procent foarte mare al degradărilor construcțiile istorice are drept cauze umiditatea excesivă. Făcând referire la construcțiile afectate de aceste degradări datorate umidității, putem observa că acestea sunt prezente la: localitățile istorice

ale țării, monumente de arhitectură, biserici, mănăstiri fortificate, cetăți de apărare, ziduri de apărare etc.

UMIDITATEA ÎN CONSTRUCȚII

Umiditatea reprezintă cantitatea relativă de apă (neegalată chimic) conținută la un moment dat de un material de construcții. Eliminarea umidității reprezintă o problemă fundamentală în ceea ce privește o bună exploatare și întreținere a construcțiilor.

În legătură cu sursele și modul de pătrundere al apei în construcții se pot identifica următoarele posibilități:

- excesul de apă rămas ca urmare a procesului de construcție;
- pătrunderea apei din exterior prin acoperiș sau pereți;
- ascensiunea capilară a apei din precipitații de la nivelul solului;
- exploatarea defectuasă a construcțiilor;
- condensul și ventilarea insuficientă a spațiilor.

Prezența umidității la nivelul pereților poate fi sesizată identificând o serie de simptome ușor de observat, cum sunt: pete de umezeală (atât la interior cât și la exteriorul peretelui), mușegăi, schimbarea culorii finisajelor (o ușoară închidere a culorii), bășicarea și exfolierea zugrăvelii la interior, desprinderea tencuielii până la stratul de zidărie. În figura 1 se poate observa o prezență majoră a umidității pe zidurile exterioare ale Cetății Neamțului.

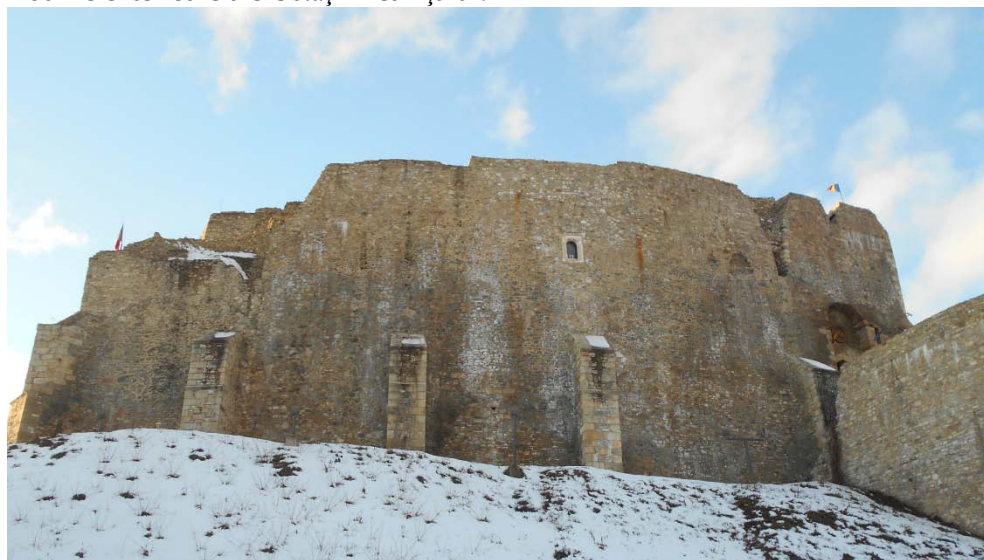


Fig.1 Cetatea Neamțului- umiditate la pereții exteriori

Lupta împotriva pătrunderii, expansiunii și agresiunii umidității asupra construcțiilor face obiectul unor studii de mare complexitate și substanță, rezolvarea acestei probleme diferind de la caz la caz în funcție de mai mulți factori. Foarte important în rezolvarea acestei probleme este identificarea surselor, dar mai ales a cauzelor care permit sau facilitează apariția umidității. Fie că discutăm despre cauze constructive, exploatare deficitară sau degradări ale construcției cunoașterea acestora reprezintă o prima etapă în combaterea umidității.

Degradări ce au la bază cauze constructive

Lipsa hidroizolației

Sursa cauzelor constructive trebuie privită în faza incipientă a procesului de construcție și anume, la etapa de concepție, proiectare și execuție a construcțiilor. În cele mai multe cazuri, fie că avem în discuție clădiri vechi de mai multe secole, sau clădiri istorice din sec. X.X., lipsa totală a hidroizolației reprezintă o realitate greu de acceptat. În perioada ridicării construcțiilor vechi, problema umidității fie nu era rezolvabilă în cele mai multe cazuri, fie nu se cunoșteau măsuri de protecție împotriva acestei agresiuni.

Porozitatea materialelor

Cu cât porozitatea unui material de construcție este mai mare cu atât capacitatea lui de a absorbi apa este mai mare. Utilizarea unor materiale poroase sau foarte poroase a permis absorbția unei cantități mai mari de apă și totodată facilitarea procesului de umiditate ascendentă datorită lipsei hidroizolației.

Prezența sărurilor

Caracteristica principală a sărurilor, o reprezintă higroscopicitatea, descrisă ca fiind capacitatea unor săruri de a absorbi vaporii din atmosferă și de a-i transforma în apă. Acest lucru explică prezența umidității chiar și în cazul unei hidroizolații optime. Prezența sărurilor este identificată de următoarele simptome: dezagregarea superficială a materialului, desprinderi ale zugrăvelii și tencuielilor, coroziune superficială. Sursele sărurilor în elementele de construcție sunt următoarele: compoziția materialelor (sulfatul se găsește atât în apă, cât și în materia primă a materialelor de construcții, reprezentând 6% din scoarța terestră), vânturile marine în cazul vecinătății mărilor și oceanelor, ascensiunea capilară a apei subterane ce conține sulfați, atmosfera poluată.

Degradări datorate învelitorii

O cauză elementară, ușor de sesizat și urmărit, o reprezintă pătrunderea apei prin sau la nivelul învelitorii. Fie că este vorba de îmbătrânirea învelitorii sau de execuția greșită a racordurilor, apa poate pătrunde în cantități mari în pod, de unde

se scurge pe pereți și tavane, afectând în mod direct zidăria sau elementele de șarpantă din lemn. În ceea ce privește infiltrațiile care apar la nivelul învelitorii, acestea au ca principală cauză urmărirea necorespunzătoare a construcției în timp și neexecutarea lucrărilor de întreținere și reparații curente periodice.

În timpul perioadei de exploatare a construcției poate interveni deplasarea sau fisurare elementelor de învelitoare (țiglă ceramică, țiglă solzi, olane, piatră naturală etc.). Acest lucru trebuie urmărit periodic prin inspectarea vizuală a podului imediat după încetarea fenomenelor meteorologice cum ar fi vânt puternic, ploaie, grindină etc. Totodată, trebuie realizate periodic etanșarea racordurilor de la nivelul coșurilor de fum, lucarnelor, chepengurilor sau a ferestrelor de mansardă.

O altă problemă întâlnită la acoperișurile de acest tip, constă în corodarea elementelor din tablă (dolia, șorțuri) și infiltrarea apei cu acțiune directă asupra asterialei sau a șipcilor urmate de căpriori, pane, contravântuiri, popi și cosoroabe. Caracteristic pătrunderii apei pe la nivelul învelitorii este faptul că aceste cauze pot fi recepționate mai târziu, deoarece petele pe tavan apar în mod curent după ce la nivelul podului elementele din lemn au fost deja afectate în mod iremediabil.

Un alt aspect important îl reprezintă faptul că pot apărea diferențe între sursa infiltrației și locul în care apare umezeala, ca rezultat al înaintării apei pe elementele oblice (căpriori sau contravântuiri).

Degradări datorate eliminării defectuase a apelor pluviale

Această problemă de reală importanță și întâlnită foarte des în cazul construcțiilor este de foarte multe ori tratată cu superficialitate, fiind de multe ori considerată element opțional în mentalitatea beneficiarilor sau a proprietarilor de construcții vechi.

Un prim aspect îl reprezintă îndepărtarea insuficientă a apelor de suprafață de apropierea clădirilor (acest aspect se observă în cazul figurii 2 la nivelul contraforților).

De foarte multe ori jgheaburile și burlanele fie sunt corodate, lipsesc parțial sau total, fie sunt executate deficitar atât din punct de vedere al modului de îmbinare cât și din punct de vedere conceptual.

La toate acestea se mai adaugă lipsa parafrunzarelor și parazăpezilor cumulate cu necurățarea periodică a jgheaburilor și burlanelor, ori îndepărtarea zăpezii de la nivelul acoperișului în anumite situații.



Fig.2 Mănăstirea Bistrița – evacuarea deficitară a apelor pluviale

În cazul în care toate aceste aspect prezentate anterior sunt tratate corespunzător, mai pot surveni o serie de inadecvențe cu referire la conectarea sistemului supraterran la sistemul de canalizare sau la drenurile de colectare. În acest caz apar probleme datorită contactului direct dintre apă și pereții de subsol sau fundație, apa infiltrându-se până la fața interioară a peretelui de subsol și totodată avansând prin capilaritate ascendentă la nivelul parterului.

Un alt element important în colectarea apelor de suprafață îl reprezintă trotuarul. Acesta, de cele mai multe ori, se află într-o stare avansată de degradare, materializată prin fisuri și crăpături. Starea avansată de uzură fizică a trotuarului mai poate fi surprinsă prin elemente cum ar fi: lipsa masticului bituminos între dale (operațiune ce trebuie realizată periodic), lipsa pantei de scurgere, lipsa hidroizolației la soclu, sau a profilului Z de protecție (picurător) de la nivelul tencuiei exterioare a peretelui. Principala cauză care duce la degradarea trotuarului o reprezintă compactarea superficială sau insuficientă a umpluturii din jurul clădirii și de sub trotuar.

Tot aici putem discuta și despre problemele apărute la zidurile de sprijin sau la zidurile de apărare, unde în timp, spațiile dintre pietrișul monogranular sunt umplute cu pământ aluvionar; astfel este împiedicată circulația apei către partea inferioară a zidului și evacuarea ei la nivelul barbacanelor. Totodată datorită lipsei ventilației la partea interioară, aceste ziduri prezintă un nivel excesiv de umiditate, care în timp afectează rezistența și rigiditatea zidului de sprijin.

Degradări datorate instalațiilor sanitare defecte

Indiferent de parametri precum debit, temperatură sau presiune, picătura continuă găurește piatra. Acest adevăr este valabil atât în cazul apei provenite de la exteriorul clădirii cât și în cazul apei provenite din scurgeri ale instalației sanitare.

Fie că este vorba de clădiri istorice din epoca medievală, fie că este vorba de clădiri istorice de după cel de-al doilea război mondial degradarea instalațiilor sanitare poate constitui o sursă importantă de pierderi de apă în construcții. Instalațiile defecte produc probleme cauzate de scurgeri ale apei la construcțiile vechi datorate îmbătrânirii conductelor și a îmbinărilor neetanșe. Un aspect important îl reprezintă faptul că în multe cazuri efectele acestor degradări apar separat de locul producerii lor, ele fiind vizibile de cele mai multe ori la etajul inferior sau în încăperi alăturate.

Ca urmare a manipulării necorespunzătoare a armăturilor, a lipsei lucrărilor de întreținere sau sub aspectul procesului de corodare, instalațiile de alimentare cu apă pot provoca inundații ori chiar accidente. De multe ori infiltrațiile provenite din fisurile conductelor sau ale îmbinărilor neetanșe sunt mascate de către placajele de faianță sau gresie.

Degradări datorate umidității din condens și a ventilării necorespunzătoare

Întâlnită pe o scară foarte largă, umiditatea din condens cumulată cu o ventilație necorespunzătoare are efecte distrugătoare și greu de remediat asupra elementelor constructive ale unei construcții. Fenomenul de condens este cauzat de regulă de o încălzire, izolare termică și/sau ventilație insuficientă, asociată cu umezeală excesivă produsă din activități casnice cum sunt îmbăierea și gătitul, dar și urmare a proceselor fiziologice (respirația, transpirația).

Este foarte important să se cunoască destinația spațiilor și modul de încălzire al acestora. Nerespectarea acestor aspecte constituie două dintre cauzele cele mai întâlnite care stau la baza apariției condensului. Utilizarea spațiilor pentru alte destinații decât cele prevăzute inițial este adesea întâlnită la clădirile istorice. Un exemplu foarte întâlnit îl reprezintă utilizarea pivnițelor pentru spații de depozitare. Acest lucru face ca ventilația acestor spații să se facă într-un mod deficitar sau chiar deloc.

Ventilarea spațiilor

Se recomandă ca aerisirea spațiilor să se facă cu precădere în lunile de iarnă, pentru ca aerul rece și uscat care pătrunde din exterior în interior, se încălzește și astfel acesta preia din umiditate mai mult decât aerul cald saturat cu vapori de apă. Problema ventilării spațiilor apare la clădirile istorice în special la nivelul

subsolurilor sau a pivnițelor, unde de foarte multe ori au fost înfundate ferestre sau chiar spații făcând imposibilă o ventilare adecvată a acestora.

Mucegaiul

De cele mai multe ori condensul cumulat cu o slabă ventilare duce la apariția mucegaiului. Mucegăirea clădirilor reprezintă un fenomen foarte întâlnit și cu consecințe din cele mai nefavorabile asupra clădirilor și a oamenilor care le utilizează. Mucegaiul care apare și se dezvoltă pe diferite elemente de construcții este format din asociații complexe numite biocenoze, alcătuite din ciuperci microscopice, drojdii și bacterii, la care se adaugă uneori alge, licheni și mușchi. Funcție de conținutul de umiditate, există mai multe specii de mucegai, cel mai întâlnit fiind *Aspergillus herbariorum*, de culoare verde-închis. În figura 3 se poate observa dezvoltarea mușchilor în dreptul contraforților datorită umidității persistente.



Fig.3. Mănăstirea Cetățuia – umiditatea îndelungată facilitează apariția vegetației

Procedee de asanare neadecvate

Pe lângă cauzele evidențiate anterior, foarte frecvent sunt întâlnite și situații în care proprietarii construcțiilor istorice au încercat, din considerente economice, să aplice diverse măsuri de protecție pentru eliminarea umidității după cum au crezut de cuviință sau „din auzite”. Aceste măsuri, nu numai că nu au efecte benefice asupra construcției, însă de cele mai multe ori agravează situația existentă.

În primul rând o greșeală frecvent întâlnită o reprezintă faptul că se aplică diverse măsuri (de obicei tencuieli cu mortare pe bază de ciment sau plăci ceramice), peste o zidărie umedă, fără a urma întocmai etapele tehnologice și, mai ales, fără să se aștepte uscarea zidăriei. Aplicarea acestor tencuieli peste o zidărie umedă nu face decât să agraveze starea de degradare și de cele mai multe ori umiditatea migrează prin capilaritate către alte elemente neafectate încă.

O altă greșeală des întâlnită o reprezintă convingerea populară că „zidăria respiră în pământ”: nimic mai fals. De foarte multe ori se intervine la nivelul fundației și se completează cu un strat de rupere al capilarității (pietriș, bolovăniș) fără a se executa o uscare în prealabil a peretelui urmată de o hidroizolare a sa. În acest caz apa de suprafață intră în contact direct cu peretele și migrează către partea interioară a acestuia.

Calificarea profesională

Este recomandat și util ca aceste lucrări de eliminare a umidității să se execute de către personal tehnic specializat, în urma constatărilor și măsurărilor efectuate la fața terenului. Diferența între reușita respectiv eșecul unor lucrări de eliminare a umidității ține de cele mai multe ori de utilizarea materialelor de construcții cerute de lucrarea în sine sau de know-kow-ul de specialitate.

În ceea ce privește folosirea unor tehnologii adecvate de către personal tehnic specializat, în România se constată o bună îmbunătățire a științei executării a unor astfel de lucrări după Revoluție. După Revoluție personalul ingineresc din țară a avut acces la cooperări cu instituții tehnice din afară țării, ceea ce a dus la îmbunătățirea pregătirii de specialitate, respectiv la însușirea tehnologiilor moderne puse în practică în țări de tradiție precum Italia, Germania, Franța etc.

CONCLUZII

În momentul de față la nivel național se încearcă o protejare a patrimoniului istoric construit, prin promovarea și susținerea executării lucrărilor de consolidare și reabilitare a construcțiilor istorice. În perioada regimului comunist s-a neglijat aproape complet protejarea clădirilor istorice, care de multe ori au fost demolate; astfel mare parte a construcțiilor istorice care nu s-au dovedit „profitabile” au fost neglijate de către autorități sau beneficiari. Acest lucru se datorează într-o oarecare măsură lipsei unei legislații clare și aspre cu privire la obligativitatea beneficiarilor de a păstra a acestor construcții în stare optimă de exploatare. Totodată, se constată lipsa unor măsuri de sprijin fiscal sau birocratic a celor care încearcă să păstreze intact patrimoniul imobiliar național. De foarte multe ori se renunță la astfel de lucrări și se optează pentru soluția unor construcții noi datorită birocrăției, și a costurilor foarte ridicate necesare executării acestor lucrări de reparații ale monumentelor istorice.

Lipsa executării urmăririi comportării în timp a construcțiilor, neexecutarea la timp a lucrărilor de întreținere și reparații curente cumulată cu o serie de alți factori au creat premisele unei creșteri a nivelului umidității în construcții. Efectele se observă asupra finisaje, tencuieli, zidărie sau a altor elemente de construcții ce pot pune în pericol atât rezistența, rigiditatea și stabilitatea construcției cât și sănătatea oamenilor ce își desfășoară activitățile zilnice în aceste spații.

Bibliografie

1. Frank Frossel, „Uscarea zdăriilor și asanarea subsolurilor”, Editura Tehnică, București, 2005;
2. Mihai Niculiță, Livu Groll, „Consolidarea clădirilor din patrimoniu”, Editura Societății Academice „Matei-Teiu Botez”, Iași, 2007;
3. Tiberiu Strezea, „Din practica lucrărilor de eliminare a umidității capilare din zidării”, Casa Cărții de Știință, Cluj-Napoca, 2013;
4. Paul Popescu, „Degradarea Construcțiilor”, Editura Fundației „România de mâine”, București, 2002;
5. Kovacs Kazmer, „Timpul monumentelor istorice”, Editura Paideia, București, 2003;
6. Gheorghiu Teodor Octavian, „Arhitectura medievală de apărare din România”, Editura Tehnică, București, 1985;
7. Curinschi Gh., „Restaurarea monumentelor”, Editura Tehnică București, 1968;
8. Tologea S. „Accidente și avarii în construcții”, Editura Tehnică, 1982;
9. Legea nr. 422 din 2001 privind protejarea monumentelor istorice cu completările și modificările ulterioare;
10. Regulament privind urmărirea comportării în exploatare, intervențiile în timp și postutilizarea construcțiilor, aprobat prin Hotărârea Guvernului nr. 766/1997;
11. Normativ privind comportarea în timp a construcțiilor, indicativ P100-199;
12. Normativ privind urmărirea comportării în timp a construcțiilor, indicativ P130/1997.

Analiza variației regimului termo-convectiv în schimbătoare de căldură tubulare funcționând cu nanofluid

Baran Andreea Irina

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

Rezumat

În cadrul lucrării se prezintă rezultatele cercetării numerice efectuată asupra unui modul de stocator termic echipat cu geoschimbător fascicular, funcționând cu nanofluid. Soluția de concepție originală este destinată stocării sezoniere a căldurii în sistemele de instalații de încălzire/climatizare pentru clădiri și prezintă interes prin eficiența energetică superioară față de soluțiile clasice. Studiul este efectuat în scopul valorificării rezultatelor pentru realizarea geoschimbătoarelor de căldură modulare cu geometrie variabilă. Avantajul conceptului modular constă în creșterea eficienței energetice și uniformizarea fluxului termic, respectiv a solicitării masei de stocare, prin dimensionarea suprafeței de transfer de căldură invers proporțional cu ecartul de temperatură dintre fluid și solid. Utilizarea nanofluidelor ca agent caloportor se justifică prin performanțe termo-fizice superioare apei, utilizate în soluțiile clasice.

Cuvinte cheie: nanofluide, transfer de căldură, înmagazinarea sezonieră

1. INTRODUCERE

Înmagazinarea sezonieră a energiei termice (Seasonal Thermal Energy Storage) reprezintă un concept care se referă la diverse tehnologii pentru stocarea căldurii sau a “frigului”, pentru perioade de până la câteva luni în scopul refolosirii în perioadele deficitare. Energia termică excedentară poate fi colectată atunci când este disponibilă și folosită pentru compensarea cerinței în funcție de necesități. De exemplu, energia termică de la panouri solare sau căldura reziduală din echipamente de aer condiționat pot fi colectate în lunile de vară și folosită pentru încălzirea spațiului în timpul lunilor de iarnă. Frigul natural din aerul exterior de iarnă poate fi de asemenea stocat și folosit vara în instalații de condiționare.

Se cunosc mai multe soluții de stocare a căldurii în sol, STES, care acoperă o gamă largă de aplicații, începând de la clădiri mici izolate până la rețelele urbane. În general, eficiența energetică crește și costurile specifice de construcție scad odată cu dimensiunea. UTES (underground thermal energy storage) - înmagazinarea subterană a energiei termice în sol se poate realiza în următoarele variante:

- ATES (aquifer thermal energy storage) - stocarea energiei termice în acvifer;
- BTES (borehole thermal energy storage) - stocarea termică în sol folosind foraje de adâncime;
- CTES (cavern or mine thermal energy storage) - stocarea energiei termice în caverne sau în galerii subterane;
- Stocare în piloți cu funcțiune mixtă – de rezistență și energetică.

În toate aceste soluții, schimbătoarele de căldură cu solul sunt de tip linear – bucle închise – cu geometrie constantă, folosind ca agent caloportor apa sau soluție glicolată. Ca principal dezavantaj, se consemnează fluxul termic neuniform pe lungimea schimbătorului.

În soluția preconizată, prin realizarea aparatului din module înseriate având suprafețe de transfer dimensionate în raport invers proporțional cu ecartul de temperatură dintre agentul termic și sol, fluxul termic și solicitarea stocatorului se uniformizează.

Nanofluidele sunt suspensii coloidale de nanoparticule (1×10^{-7} - 1×10^{-9} m) într-un fluid de bază. Nanoparticulele utilizate sunt de obicei realizate din metale, oxizi, carburi sau nanotuburi de carbon. Fluidele de bază comune includ apă, etilen glicol și ulei.

2. CERCETĂRI NUMERICE

Datorită proprietăților specifice, nanofluidele prezintă conductivitate termică mărită iar coeficientul convectiv de transfer de căldură este comparabil cu fluidul de bază.

2.1. Ipoteze de lucru

În cazul studiului s-a considerat un modul stocator cu dimensiuni $1 \times 1 \times 1$ m³ constituit din nisip cuarțos cu caracteristici granulometrice și termo-fizice constante, în care sunt implantate tronsoane din țevă de cupru cu diametrul de 1” și lungime de 1 m, dispuse la diferite distanțe: 1d, 1,5d, 2d.

Ca fluide de lucru s-au ales, comparativ, apa și un nanofluid compus din apă cu particule de Al₂O₃ în concentrații de 2% și 4%. Temperaturile de lucru au fost considerate 50, 70 și 90 °C, iar debitele de 0,5, 0,7 și 0,9 m³/h.

Ca parametri de ieșire s-au evaluat coeficienții de transfer convectiv, temperaturile agentului de lucru la ieșirea din schimbător și spectrele de temperatură ale fluidului pe înălțimea schimbătorului.

2.2. Modelul matematic

Modelarea s-a efectuat în programul ANSYS folosind abordarea CFD în care se utilizează o tehnică numerică de rezolvare a ecuațiilor care guvernează curgerea în diferite tipuri de geometrii, funcție de condițiile la limită. Aceasta prezintă avantajul că reduce numărul de experimente necesare și oferă rezultate care ar fi greu de determinat experimental.

Câmpurile de temperatură și de curgere pentru fluidele monofazice într-un element tubular sunt determinate rezolvând ecuațiile următoare :

Ecuația de continuitate:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla(\rho U) = 0 \quad (1)$$

Ecuația conservării cantității de mișcare:

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho U) + \nabla(\rho U U) = -\nabla P + \nabla \tau + B \quad (2)$$

Ecuația conservării energiei:

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho h) + \nabla(\rho U C_p T) = \nabla(k \nabla T) \quad (3)$$

Pentru a rezolva ecuațiile enunțate au fost calculați parametrii termo-fizici ai nanofluidelor utilizați folosind relațiile cunoscute:

Densitate:

$$\rho_{nf} = (1-\Phi)\rho_f + \Phi \rho_p \quad (4)$$

Căldură specifică:

$$C_p = (1-\Phi)C_{pf} + \Phi C_{pp} \quad (5)$$

Vâscozitate:

$$\mu_{nf} = (1+2,5 \Phi) \mu_f \quad (6)$$

Conductivitate termică:

$$\lambda_{nf} = \frac{\lambda_p + 2\lambda_f + 2(\lambda_p - \lambda_f)\phi}{\lambda_p + 2\lambda_f - (\lambda_p - \lambda_f)\phi} \lambda_f \quad (7)$$

Relații în care:

Φ [%] – concentrația volumică a particulei solide

$\rho_{p,f}$ [kg/m³] – densitatea particulelor/fluidului

$C_{pp,f}$ [J/kg*K] – căldura specifică a particulelor/fluidului

$\lambda_{p,f}$ [W/mK] – conductivitatea termică a particulelor/fluidului

Rezultatele sunt prezentate numeric în tabelul de mai jos:

Tabelul 1 – rezultate numerice apă și apă cu nanofluid

Concentrație	Temperatură	ρ	C_p	μ	Λ
%	grd C	kg/mc	J/kg*K	kg/m*s	W/m*K
0	50	1000	4500	0,0015	0,9
	70				
	90				
2	50	1085,2	4113	0,00065	0,67917
	70	1075,5	4138,5	0,00048	0,69958
	90	1063,3	4167,7	0,00037	0,71416
4	50	1182,5	4044,8	0,00081	0,71787
	70	1172,7	4069,8	0,0006	0,73938
	90	1160,2	4098,4	0,00046	0,75474

2.3 Geometria modelului

Geometria modelului studiat a fost dezvoltată cu ajutorul programului Autodesk Inventor 2016. Dimensiunile adoptate pentru modulul de nisip cuarțos au fost $L \times l \times h = 1 \times 1 \times 1 \text{ m}^3$ (figura 1) iar elementul tubular folosit are lungimea egală cu 1 m și diametrul de 1" (figura 2).

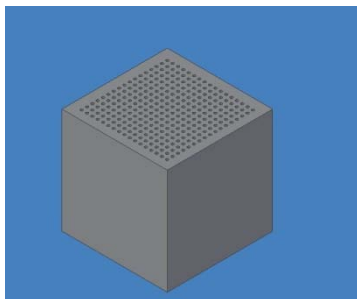


Fig. 1. Cubul de nisip cuarțos



Fig. 2. Tubul

2.4. Rezultate și discuții

Pentru compararea celor trei tipuri de fluide: apă și cele două suspensii cu diferite concentrații ale nanofluidului au fost efectuate simulări numerice identice pentru stabilirea corelațiilor între regimurile de curgere, caracterizate de Reynolds, și valorile coeficientului de transfer convectiv α .

Numărul Reynolds este definit prin relația :

$$\text{Re}_{nf} = \frac{u_m L}{\nu_{nf}}$$

(8)

Valoarea coeficientului convectiv α este calculată cu ajutorul numărului Nusselt:

$$Nu = \frac{\alpha * L}{\lambda} \quad (9)$$

Coeficientul convectiv se calculează cu relația :

$$\alpha = \frac{Nu * \lambda}{L} \quad (10)$$

Spectrele de temperatură și de viteză care descriu evoluția fenomenelor de transfer sunt vizualizate după terminarea procesului de calcul.

În figura 3 este ilustrat un exemplu de vizualizare a temperaturii într-unul din cazurile studiate. Legenda de culori evidențiază variația temperaturii de la 323 K la 310.83 K, funcție de condițiile la limită impuse.

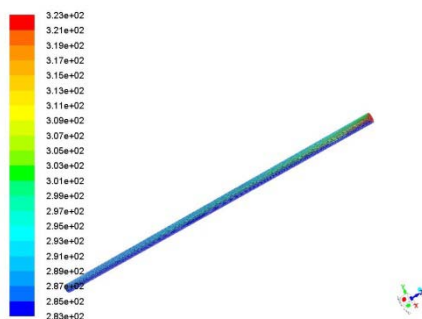


Fig. 3 : Profilul de temperatură pentru Al₂O₃- 2%

În figurile 4 și 5 sunt reprezentate, comparativ, valorile coeficientului de transfer convectiv și ale temperaturilor de ieșire corespunzătoare diferitelor regimuri termohidraulice.

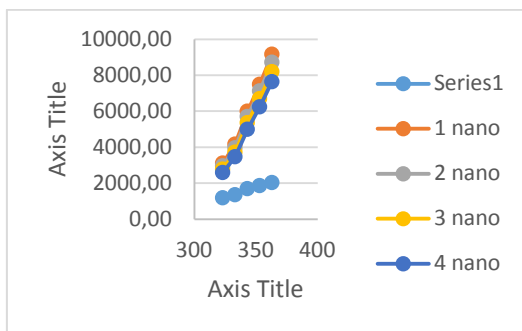


Figura 4-Comparație între diferite concentrații în funcție de temperatura de intrare și Reynolds

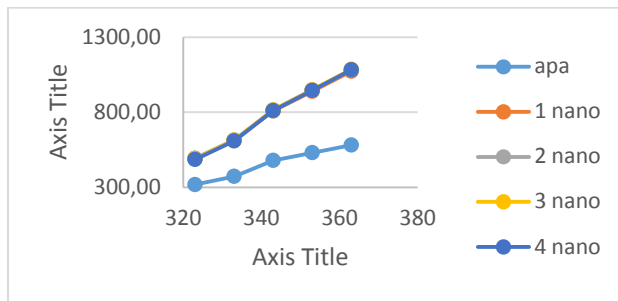


Figura 5 - Comparație între diferite concentrații în funcție de temperatura de intrare și α

Observăm că în cele două situații în care avem apă cu nanofluid în diverse concentrații valorile determinate numeric, folosind o abordare CFD, sunt aproximativ aceleași.

Prezența nanofluidului în agentul de lucru îmbunătățește transferul de căldură de la fluid către sol.

3. CONCLUZII

În cadrul lucrării s-a studiat comparativ capacitatea de transfer termic de la un agent caloportor constituit din apă cu diferite concentrații de nanofluid către suprafețe de transfer a modulelor tubulare.

Rezultatele confirmă eficiența superioară a nanofluidului constituit cu suspensii de materiale metalice în apă, direct proporțională cu concentrația părții solide.

În condițiile ipotezelor de lucru adaptate, soluția optimă corespunde concentrației de 2%.

Bibliografie:

1. www.wikipedia.ro
2. Chris Kuprianczyk – Seasonal Thermal Energy Storage, NPRE 498 Energy Storage and Conveyance, Chicago, USA (2016)
3. Socaciu Lavinia Gabriela – Seasonal Sensible Thermal Energy Storage Solutions, Leonardo Electronic Journal of Practices and Technologies, Issue 19, July-December 2011 (2011)
4. REHAU – Underground Thermal Energy Storage. Improving efficiency through seasonal heat storage (2010)
5. Răzvan-Silviu Luciu – Studiu privind îmbunătățirea performanțelor schimbătoarelor de căldură utilizând nanofluide. Teza de doctorat Universitatea Tehnică “Gheorghe Asachi” din Iași (2011)

Beton cu adaos de minerale

Bejan Gabriel

doctorand, Facultatea de Construcții și Instalații Iași, ing.bejan.gabriel@gmail.com

Rezumat

Industria materialelor de construcții utilizează o mare parte din rezervele naturale de piatră și poluează mediul înconjurător. În acest sens în ultimele decenii s-au studiat o serie de noi materiale mai puțin poluante, cum ar fi betoanele cu adaosuri. În lucrare sunt analizate betoanele obținute cu o serie de adaosuri minerale, cum ar fi: zgură, zeolit, calcar, perlit.

Cuvinte cheie: contracție plastică, perlit, calcar, zeolit, adaosuri minerale

1. INTRODUCERE

Betoanele cu adaos de minerale naturale sau deșeuri constituie o direcție de cercetare ce s-a dezvoltat în ultimele decenii datorită necesității consumului de deșeuri și a dezvoltării unor noi tipuri de materiale de construcție sustenabile.

O soluție propusă pentru rezolvarea acestei probleme este înlocuirea unei părți din ciment cu materiale care nu modifică proprietățile betonului. În general, aceste materiale de substituție sunt adaosuri minerale cum ar fi: cenușa, zgura, care sunt considerate deșeuri industriale. La începutul întaririi betonului, elementele orizontale de beton cum ar fi plăcile, prezintă riscul fisurării la suprafața imediat după ce este turnat în urma contracției plastice și a uscării. Riscul de fisurare depinde de câțiva parametri: evoluția efortului de întindere, rigiditate, contracție [1]. Corelația dintre acești parametri diferiți arată că evoluția contracției plastice poate fi împărțită în trei faze, determinate de mecanisme diferite: - procesul de hidratare și microstructura materialelor de ciment; - un conținut optim de înlocuire a cimentului cu adaosuri minerale; - să aibă o rezistență semnificativă la compresiune la o vârstă timpurie.

Zeoliții sunt aluminosilicați cristalini cu structuri structurate deschise 3D construite din tetraedru (Al, Si) O₄ și sunt clasificate în funcție de raportul SiO₂: Al₂O₃. Proprietățile avantajoase ale zeoliților sunt: structura obișnuită, suprafața specifică internă mare (aproximativ 600÷800 m²/gram), porii de mărime uniformă, stabilitate termică bună. Topologia cadrului aluminosilicat este singurul criteriu care permite indentificarea structurii zeoliților. Teoretic pot exista multe structuri cadru, deși doar 32 au fost indentificate [2].

Un alt studiu susține că utilizarea calcarului poate diminua amprenta de carbon a betonului cu aproximativ 15 %, reducând și cererea de materii prime pentru ciment

cu aproximativ 10 %. În plus, calcarul este de asemenea un material ieftin și ușor de manevrat pentru producătorii de ciment, ceea ce rezultă scăderea efortului de măcinare și este disponibil la uzina de ciment [3].

O altă cercetare este o rocă vulcanică amorfă silicioasă în mod natural cu numele de perlit. Materialele prime perlit, atunci când sunt încălzite la o temperatură potrivită (peste 870°C), "expandează" și se transformă într-un material celular cu densitate redusă. Acest proces de expansiune se datorează prezenței a două până la șase la sută procente de apă combinată cu roca perlită brută. În timpul încălzirii rapide, apa purtată în perlit se vaporizează și creează bule în roca moale încălzită. În timpul acestui proces, perlitul își crește volumul de până la 15-20 ori față de volumul inițial și produce o microstructură asemănătoare spumei [4].

2. METODOLOGIA CERCETĂRII, REZULTATE CANTITATIVE, CALITATIVE ȘI INTERPRETĂRI

S-a măsurat dezvoltarea contracției plastice utilizând un dispozitiv (figura1) cu:

- a) matriță,
- b) folie de plastic,
- c) plăci reflectorizante din P.V.C.,
- d) senzor laser.

Acest dispozitiv constă dintr-o matriță de oțel cu formă de prismă (70x70x280 mm³) a cărei perete interior este acoperit cu teflon. Betonul a fost turnat într-o anvelopă formată din două plăci din P.V.C. (70x68x5 mm³) numite

plăci reflectante, atașate la o foaie de plastic și poziționate în matriță; acest lucru a fost ulterior pulverizat cu talc pentru a limita frecarea dintre beton și pereții matriței. Ambele capete ale matriței au fost perforate în centru pentru a avea o deschidere circulară pentru a monitoriza mișcarea plăcilor de reflexie ancorate la capetele probei utilizând doi senzori laser. Acești senzori au o precizie de aproximativ 2 μm.

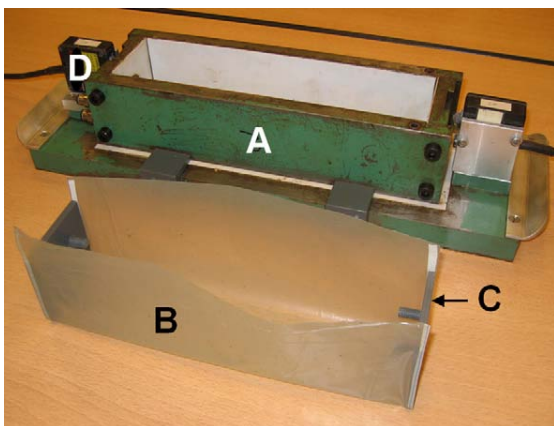


Fig. 1

REZULTATE ȘI DISCUȚII

Imediat după începerea măsurării (aproximativ 30 de minute după contactul cu apă-ciment), deformarea CEM I a început să crească. După 2 ore, rata de creștere a deformării a încetinit înainte de a crește din nou. Din acel moment, CEM I se caracterizează printr-o creștere liniară a deformării plastice timp de până la 5,3 ore. Betoanele cu zgură (50GGBS și 75GGBS) au prezentat un model similar, dar cu o întârziere temporară. Contrakția lor din plastic a început să crească la 1,2 ore și

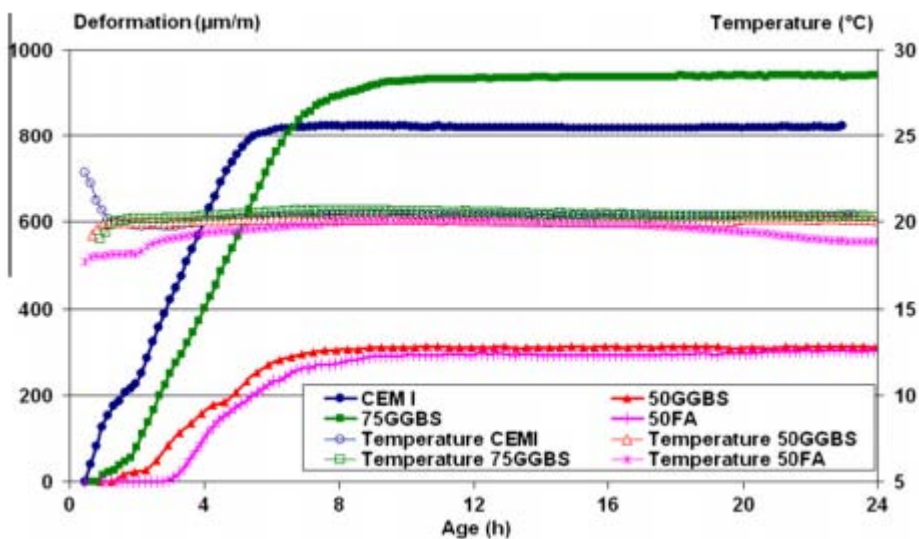


Fig. 2

respectiv, la 0,8 ore. Această dezvoltare a fost destul de lentă în primele 2 ore și apoi a evoluat liniar până la 6 ore (50GGBS) și 7 ore (75GGBS). Cu toate acestea, valoarea finală a 75GGBS este de trei ori mai mare decât cea a 50GGBS. Pentru 50FA nu s-a înregistrat nici o deformare în primele 3 ore. Apoi, deformarea a evoluat treptat până la 9 h, atingând o valoare a contracției plastice apropiată de cea a 50GGBS (aproximativ 300 $\mu\text{m/m}$). Mai mult, pentru toate amestecurile, temperatura epruvetei a fost menținută la circa 20°C datorită sistemului de reglare a temperaturii matriței.

Pentru zeolitul natural, materialele și metodele de cercetare sunt cu compozițiile chimice ale cimentului și zeolitului natural prezentate în tabelul 1[3].

Tabelul 1

Chemical and mineral properties of the cement and natural zeolite.

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	K ₂ O	SO ₃	Na ₂ O	H ₂ O	MgO	Other
Chemical composition of cement, %									
20.76	6.12	3.37	63.50	1.00	0.8	0.3	–	–	4.45
Chemical composition of natural zeolite, %									
71.50	13.10	0.9	2.10	2.45	–	0.8	8.08	1.07	–

Pentru acest material se folosesc următoarele procedee:

Curățarea apei potabile în conformitate cu standardul EN 1008: 2003, adică fără impurități care ar întârzia setarea normală a betonului; a fost folosită pentru prepararea amestecului apă-ciment. S-a utilizat un superplastifiant pe bază de rășină policarboxilică pentru fabricarea probelor. Caracteristicile plastifiantului au fost următoarele: concentrația rășinii în soluție 36,1%, valoarea pH 5,05; conductivitatea electrică 1.480 mS / cm, densitatea soluției 1040 kg/m³.

Rezistența la îngheț a betonului depinde atât de porozitatea deschisă (cantitatea de pori capilari), cât și de porozitatea închisă (conținutul de aer în amestec) și cantitativ poate fi determinată de factorul de rezistență la îngheț.

Structura zeolitului a fost analizată cu ajutorul microscopului electronic de scanare SEM JOEL JSM-7600F cu rezoluție de 15 nm și mărire de la 25 la 1 000 000 de ori. S-a folosit tensiunea de 10,0 kV pentru teste, iar suprafața eșantioanelor a fost acoperită cu aur.

Testele cu raze X au fost realizate cu difractometru DRON-7 cu anti-catod Cu și filtru Ni, tensiune anodică 30 kV, curent anod 12 mA, unghi de difracție 0,02 °; baza de date ICDD a fost utilizată pentru analiza vârfurilor de difracție.

Analiza difracției cu raze X, se utilizează pe scară largă zeoliții și alte structuri cristaline ale materialului, adică y. Compușii chimici și derivații acestora identifică și analiza cantitativă a compușilor, a structurii de cristal și a imperfecțiunilor cristalului și a materialelor policristaline.

Testele SEM ale zeolitului natural descoperite particule de zeolit natural sunt în formă de placă și se suprapun, figura 5 [3].

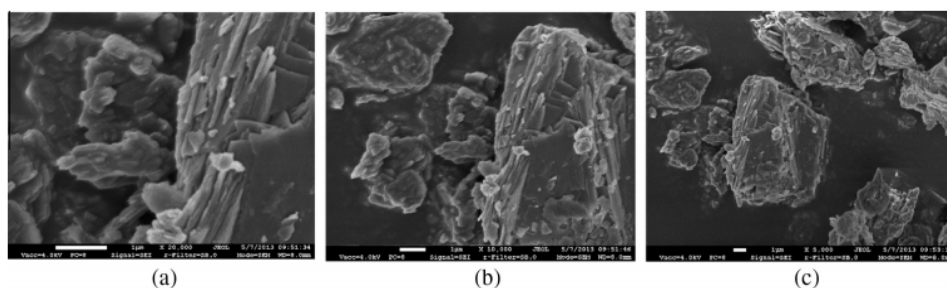


Fig. 3 Imagini zeolite naturale SEM:

A) mărire de 20.000 de ori; B) mărire de 10.000 de ori; C) mărire de 5000 de ori.

Efectele calcarului sunt evaluate astfel:

-Porozitatea: întrucât pasta de ciment din beton este singura componentă chimic activă și conține, de asemenea, majoritatea porilor, este indicat să se studieze mai întâi influența calcarului asupra porozității pastei de ciment înainte de a se analiza rezultatele obținute cu mortar și amestecuri de beton.

-Absorbția și gradul de absorbție a apei: Au fost raportate puține cercetări privind efectul adaosului de calcar asupra absorbției și gradului de absorbției apei din pasta de ciment, iar datele referitoare la aceste aspecte nu au putut fi analizate.

Analiza datelor publicate arată că s-au folosit metode și procedee de testare foarte diferite pentru studierea efectului cimentului Portland cu calcar asupra structurii porilor din beton și că acest lucru este cu atât mai important în măsurarea porozității decât absorbția și gradul de absorbție.

Tabelul 2 [4].

Details of test methods undertaken to study the effect of limestone addition on the pore structure related properties.*

Parameter	MEASUREMENT		
	Porosity	Absorption	Sorptivity
Test method	Electron microscopy and microstructural imaging: (Number of publications = 11) Numerical and computer models: (8) Mercury intrusion porosimetry: (25) Liquid displacement: (19)	Water absorption by immersion: (16) Capillary rise: (4) Initial surface absorption: (2)	Capillarity: (28)
Material	Hydrated cement paste: (31) Mortar/Concrete: (32)	Hydrated cement paste: (2) Mortar/Concrete: (20)	Hydrated cement paste: (1) Mortar/Concrete: (27)
Specimen	Cube: (36), Cylinder: (7), Prism and other: (20)	Cube: (13), Cylinder: (3), Prism: (6)	Cube: (13), Cylinder: (13), Prism: (2)
Curing	Ordinary water: (43), Air curing (1) Lime saturated water: (6), Moist: (12)	Ordinary water (13) Lime saturated water: (2), Moist: (7)	Ordinary water: (21), Air curing (1) Lime saturated water: (3), Moist: (3)
Temperature	5 °C (1), 20°–25 °C (61), 37°–40 °C (2)	20°–25 °C (22)	20°–25 °C (28)
Relative humidity	≥90% (61), 65% (1)	≥90% (22)	≥90% (22), 65% (1)
Curing length	1–3 days (13), 7–21 days (18) 28–90 days (33), 120–360 days (11)	1–3 days (5), 7–21 days (6) 28–90 days (20), 120–360 days (4)	1–3 days (2), 7–21 days (6) 28–90 days (36), 120–360 days (5)
Measuring time	–	10 min: (2), 30 min: (4) 24 h: (6), 48 h: (3) 72 h: (1), Not given: (6)	Up to 60 min: (6), Up to 6 h (2) Up to 24 h: (14), Up to 48 h (3) Up to 72 h: (3), Up to 7 days: (2)
Type of outcome	Gel porosity: (1), Capillary porosity: (30),	Water absorption: (22)	Initial sorptivity: (28), Final sorptivity: (2)
Relevant standard	Total porosity: (32) Specified: (45), Unspecified: (16)	Specified: (18), Unspecified: (4)	Specified: (18), Unspecified: (10)

Metodele de testare a porozității au fost separate pentru claritate în patru grupe principale:

- Microscop electronic cu scanare de mediu, imagistică cu electroni înapoi, difracție cu raze X și rezonanță magnetică nucleară.
- Modelul Puterilor și Brownyard, modelul cineticii de hidratare și modelul HYMOSTRUC pe bază de calculatoare.
- Porozimetria intruziunii cu mercur (MIP).
- Deplasarea lichidului (LD).

Pentru pietrele de perlit sunt date o serie de rezultate despre densitatea în bulb, care este una dintre cele mai importante proprietăți ale ACC. Conform datelor obținute, densitatea în bulb a AAC poate fi redusă substanțial prin înlocuirea agregatului de cuarț cu deșeuri de perlit expandat. Înlocuirea nisipului de cuarț cu deșeuri de perlit într-o cantitate de 5% din greutate reduce densitatea în bulb cu aproximativ 12% comparativ cu proba de referință. Înlocuirea nisipului de cuarț cu deșeuri de perlit într-o cantitate de 40% din greutate reduce densitatea cu aproximativ 45%, prin urmare cantitatea de deșeuri de perlit are o influență semnificativă asupra densității volumetrice a probelor și prin urmare afectează proprietățile betonului.

3. CONCLUZII

- 1. Datele analizate au permis o estimare a riscului de cedare prin fisuri se bazează pe dezvoltarea acestei deformări. Mai mult decât atât, contracția plastică a fost conectată cu evoluția microstructurii materialului pentru a înțelege mecanismele responsabile de această deformare și să explice efectele adaosului de minerale. Principala concluzie a acestui studiu poate fi subliniată în continuare: betonul cu o înlocuire simplă de 75% a zgurii este caracterizată prin cea mai mare amplitudine a contracției plastice, cu o valoare apropiată de 1000 $\mu\text{m/m}$. Deci, acest amestec prezintă un risc relativ ridicat de fisurare. Acest comportament este atribuit hidratării sale lente și porozității sale capilare mari. Amestecurile cu 50% a aditiei minerale (cenușa sau zgura) se caracterizează printr-o evoluție cvasi-similară a contracției plastice, care este inferioară celei a amestecului de referință. Deci, adăugarea zgurii nu generează sistematic o creștere a contracției plastice. Se pare că trebuie căutat un procent optim de înlocuire a cimentului cu adaosuri minerale pentru a limita dezvoltarea contracției plastice a betonului în faza timpurie de întărire. Optimizarea amestecurilor de beton pentru obținerea unei rezistențe la compresiune semnificative la 2 zile conduce la o amplitudine mai mare a contracției plastice cu o cinetică

mai rapidă. Optimizarea amestecurilor cu beton cu un conținut ridicat de adaosuri minerale crește, de asemenea, riscul de fisurare în faza timpurie de întărire (amplitudinea contracției plastice $>1000 \mu\text{m/m}$). Utilizarea unor astfel de compoziții pentru suprafețele orizontale susceptibile contracției plastice necesită minimizarea volumului de pastă sau a tratării adecvate a suprafeței.

- a) Analiza SEM a zeolitului natural a arătat că particulele de zeolit au formă de placă în dimensiunea medie de $11,82 \mu\text{m}$. b) Testele de rezistență la compresiune au aratat că, în probele care conțin 10% din aditivul de zeolit, rezistența la compresiune crește până la 13,3% și până la 15,0 % după 28 de zile de întărire. c) Înlocuirea a 10% din ciment cu zeolitul natural mărește porozitatea închisă și rezistența la îngheț-dezghet a betonului. Durabilitatea probelor care conțin până la 10% din zeolitul natural a crescut de peste 3,3 ori, comparativ cu compoziția de control. d) Betoanele au absorbție mai redusă a apei și o porozitate mai mare, care ameliorează rezistența la îngheț-dezghet a betonului, o proprietate foarte importantă pentru aplicațiile din beton. e) Modificarea betonului cu aditivi zeoliți naturali îmbunătățește durabilitatea betonului care poate fi utilizat cu succes în diverse structuri.
- 4. În baza datelor analizate se desprind următoarele concluzii: • Proprietățile legate de structura porilor (porozitatea, absorbția și sorbția) amestecurilor de ciment (pastă, mortar și beton) rămân neschimbate până la un adaos de maximum 25% calcar la cimentul Portland, iar dincolo de acest prag începe deteriorarea porilor, ceea ce poate duce la concluzia, în scopuri practice, că aceasta ar avea loc într-o rată constantă cu creșterea conținutului de calcar. Nivelurile de adăugare a calcarului variază în standardele naționale și internaționale de la 10% la 35%. • Deși adăugarea de calcar în cimentul Portland nu afectează relația dintre structura porilor produsului final și rezistența acestuia, limita conținutului de calcar pentru ca rezistența să rămână neschimbată este probabil mai mică decât cea pentru structura porilor. • Variația compoziției chimice a cimentului Portland și a calcarului nu prezintă o relație clară cu porozitatea, absorbția apei și absorbția pastei de ciment sau mortarului / betonului.
- 5. Rezultatele arată că deșeurile perlite expandate pot fi considerate ca o alternativă. Sursă de silice pentru a reduce consumul de nisip quartz natural utilizat ca microagregat în producția de beton autoaerat. Înlocuirea nisipului de cuarț cu deșeurile de perlit reduce substanțial densitatea în vrac a betonului autoaerat, care are o influență semnificativă asupra proprietăților materialului. Introducerea deșeurilor de perlit de până la 10% în greutate a redus conductivitatea termică cu aproximativ 15% fără reducerea semnificativă a rezistenței la compresiune. Îmbunătățirea ulterioară a conductivității termice poate fi obținută prin adăugarea

deșeurilor de perlit de până la 30%, dar ar determina reducerea proprietăților mecanice cu aproximativ 20%. Cea mai scăzută valoare a conductivității a fost obținută pentru cantitatea de înlocuire a deșeurilor de 40% perlit, dar valorile scăzute ale rezistenței acestui beton au limitat gradul de utilizare. Investigațiile structurale și microstructurale au arătat că ioni străini introduși cu deșeuri de perlit au o influență pozitivă asupra formării hidraților de silicat de calciu în betonul autoaerat. Este demn de remarcat faptul că eliminarea și utilizarea deșeurilor, cum ar fi deșeurile de perlit expandat, este dificilă din cauza problemei prafului în timpul tratării sale în stare uscată, dar introducerea deșeurilor în stadiul de nisip de cuarț umed măcinat permite eliminarea acestei probleme.

4. Bibliografie

1. A. Darquennes, M.I.A. Khokhar, E. Rozière, A. Loukili, F. Grondin, S. Staquet, Early age deformations of concrete with high content of mineral additions, *Construction and Building Materials* 25 ,4 (2011) pp.1836–1847
2. Dzigita Nagrockiene, Giedrius Girskas, Research into the properties of concrete modified with natural zeolite addition, *Construction and Building Materials* 113 (2016) pp.964–969
3. Abdurrahman A. Elgalhud, Ravindra K. Dhir, Gurmeh Ghataora, Limestone addition effects on concrete porosity, *Cement and Concrete Composites* 72 (2016) pp.222-234
4. Agnieszka Rózycka, Waldemar Pichór, Effect of perlite waste addition on the properties of autoclaved aerated concrete, *Construction and Building Materials* 120 (2016) pp.65–71

Materiale eco-sustenabile

Cărbușor Victor-Ștefan

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

Rezumat

Creșterea severă a emisiilor de carbon din atmosferă este determinată de urbanizarea rapidă ce a avut loc în ultimii ani, mai ales în zonele care au cunoscut o dezvoltare accelerată. Pentru a putea asigura necesarul de confort termic și pentru o protecție adecvată a mediului înconjurător este încurajată eficientizarea utilizării resurselor naturale și adoptarea măsurilor de ecologizare.

Această lucrare cuprinde caracterizarea și metodele de reciclare a materialelor performante folosite pentru obținerea construcțiilor durabile, eficiente din punct de vedere energetic, economice și cu emisii scăzute de carbon.

Cuvinte cheie: materiale eco-sustenabile, construcții verzi, protecția mediului, ecologizarea, reciclarea materialelor, materiale performante

1. INTRODUCERE

Construcțiile, reprezintă partea ingineriei care ține de proiectarea, execuția și de exploatarea tuturor categoriilor de obiective de suprastructură și obiective de infrastructură. Acestea sunt organizate în două categorii importante: clădiri și lucrări ingineresti.

Lucrările ingineresti, se referă la partea de infrastructură, cum ar fi poduri, drumuri, rezervoare, canale, tuneluri, viaducte etc., iar clădirile se referă la acele structuri care au funcția de a crea spații pentru adăpost, spații de depozitare a bunurilor și de desfășurare a proceselor tehnologice. Acestea pot fi civile, industriale sau agrozootehnice. Cele mai importante sunt construcțiile civile, de aceea se pune un accent important asupra lor și mai ales asupra modului în care poate fi îmbunătățită funcția de operare. Principalele obiective ale studiilor și analizelor sunt orientate asupra pierderilor de energie, reducerea costurilor și rezistență, pentru alegerea celor mai rentabile soluții de furnizare a energiei, a materialelor de construcție ce prezintă calități superioare și răspuns mai bun la acțiunea factorilor externi.

Urbanizarea rapidă din ultimii ani, în condiții restrictive privind resursele materiale și financiare, a condus la crearea de noi oportunități în manufacturarea produselor performante, care asigură dezvoltarea structurilor durabile. Acestea permit

reducerea emisiilor în atmosferă, eficientizarea costurilor de proiectare, precum şi a bugetului investitorilor care de altfel joacă rolul fundamental în demararea acestor proiecte.

Populaţia urbană a crescut considerabil în ultimul secol, fapt ce determină un necesar de resurse naturale mult mai mare şi apariţia efectelor negative asupra mediului. Fenomenul a atras atenţia şi a dus la implementarea unui concept nou de construcţii verzi sau eco-sustenabile. Astfel, economisirea materialelor din resurse naturale şi procesul de ecologizare sunt susţinute de societate, conceptul fiind extins la nivel mondial.

Pe parcursul procesului de proiectare a acestor tipuri de construcţii sustenabile, alegerea materialelor care au caracteristicile necesare joacă un rol foarte important. Materialele, prin calităţile pe care le prezintă, pot determina o scădere a emisiilor de CO₂ până la 30%. Studiile susţin selecţia materialelor performante din resurse locale ca şi element fundamental în aplicarea principiilor de sustenabilitate. Detaliile care influenţează acest proces, diferă de la proiect la proiect, de la o regiune la alta în funcţie de poziţia economică şi de disponibilitatea resurselor pentru aceste tipuri de materiale (1).

Cei mai importanţi factori care trebuie luaţi în considerare în procesul de ecologizare se fundamentează în primul rând pe selectarea unui indicator care să determine alegerea unui material de construcţie potrivit în desfăşurarea unui astfel de proces. Un alt factor ţine de influenţa pe care o au astfel de materiale asupra conformaţiei structurale. În final trebuie identificat un model de evaluare, specific pentru fiecare arie geografică, a materialelor ecologice, care să valideze şi să evalueze caracteristicile dorite pentru demararea execuţiei acestor tipuri de structuri (2).

În realizarea construcţiilor durabile se evidenţiază mai multe etape importante. Aceste etape fac referire la durata de producţie, procesul de proiectare, precum şi relaţia dintre mediul interior şi cel exterior cu structura propusă. Realizarea unor construcţii durabile prezintă diverse atribute privind aplicarea cunoştinţelor actualizate, din punct de vedere organizatoric şi al complexităţii tehnologice, generând o marjă mare de riscuri. Astfel, managementul riscului, reprezintă o etapă de asemenea importantă pentru obţinerea obiectivului stabilit.

Pentru a evidenţia rezultatele obţinute până acum în urma studiilor, sunt comparate materialele de construcţii şi tehnologiile tradiţionale, cu cele actuale, eco-sustenabile (3).

2. MATERIALE ECO-SUSTENABILE. CONSIDERAȚII GENERALE

Materialele eco-sustenabile apar din nevoia de a stopa consumul mare de resurse naturale și de energie, precum și pentru a limita emisiile crescute de carbon în atmosferă. Introducerea acestor materiale pe piață este dificilă, principala cauza fiind greutatea în obținerea unor certificate de conformitate pentru comportarea în exploatare a elementelor și structurilor realizate cu acestea și, într-o oarecare măsură, datorita lipsei de interes pentru cercetarea fundamentală. Pentru obținerea rezultatelor care să satisfacă cerințele este nevoie de investiții mari în această ramură a materialelor de construcție precum și timp pentru organizarea și studiul aprofundat asupra proprietăților acestora.

De asemenea, cercetările în sfera protecției mediului, au progresat mult, însă cele mai multe se concentrează pe impactul materialelor și produselor utilizate în prezent.

O analiză științifică care să conducă la evaluarea și la clasificarea materialelor eco-sustenabile trebuie să răspundă următoarelor criterii:

- consumul minim de energie – cu indicarea clară a diminuării consumului de energie și creșterea eficienței energetice în ciclul de viață prin creșterea performanțelor materialelor;
- consumul minim de resurse naturale – cu limitarea consumului de materiale pe ciclului de viață al produselor prin dezvoltarea performanțelor acestora;
- reutilizarea – criteriu care evidențiază folosirea materialelor, dacă acestea pot fi reutilizate cu aceeași întrebuințare cu sau fără intervenții suplimentare;
- reciclarea – dacă după perioada de utilizare, produsele pot fi colectate și utilizate ca materii prime pentru dezvoltarea altor produse;
- stabilitatea și fiabilitatea – dacă la obținerea unui nou produs utilizat în structuri, acesta asigura fiabilitate și stabilitate în diferite condiții de solicitare;
- protecția mediului – nivelul performanțelor acestor materiale în protecția mediului (emisii de gaze nocive, apa menajeră, deșeuri).

Reciclarea materialelor re folosibile reduce drastic consumul resurselor naturale (petrol, apă, energie) precum și nivelul emisiilor nocive în aer. Un management durabil în construcții înseamnă utilizarea cu precădere a măsurilor de prevenire sau reducere a generării deșeurilor, urmate de reutilizarea deșeurilor, recuperarea materială prin reciclare, valorificarea energetică și în final eliminarea deșeurilor

rămase prin depozitare. Prin implementarea unei astfel de management, cantitatea de deşeuri depozitate se va reduce semnificativ precum şi impactul asupra mediului generat de depozitarea acestora.

De ce însă nu se găsesc astfel de materiale pe piaţa construcţiilor? Răspunsul la această întrebare poate fi găsit în lipsa codurilor de proiectare şi a exemplelor de bună practică cu referire directă la materialele eco-sustenabile provenite din reciclarea deşeurilor. (4)

3. MATERIALE ECO-SUSTENABILE. EXEMPLE ŞI PROPRIETĂŢI

Procesul de introducerea pe piaţă a materialelor eco-sustenabile, care are ca scop protejarea mediului, este susţinut de rezultate ale cercetărilor din diverse ramuri ale industriei.

Construcţiile civile au un consum important de energie, în faza operaţională, fenomen care contribuie la creşterea cantităţii emisiilor de gaze cu efect de seră. Pentru eficientizarea acestui consum de energie, o atenţie deosebită trebuie acordată produselor utilizate în izolarea termică pentru evitarea pierderilor de căldură.

Materialele de construcţie care se remarcă în acest sens sunt lemnul de plută (caracteristici importante ca material izolator), cărămizile termo-izolatoare (caracteristici mecanice superioare) şi mortarul modificat cu polimeri naturali din alge (proprietăţi mecanice şi fizice bune, asigurând rezistenţe la compresiune şi tracţiune superioare materialelor tradiţionale).

3.1. Lemnul de plută

Lemnul de plută este un material care prezintă un real interes, mai ales în ultimele decenii. Oferă soluţii şi funcţii pentru o gamă largă de produse pentru construcţii şi asigură proprietăţi fizice şi mecanice foarte bune. Cele mai importante proprietăţi sunt elasticitatea, impermeabilitatea, izolarea termică şi capacitatea de regenerare. Cercetările recente au demonstrat că acest material prezintă un interes deosebit în izolarea termică a construcţiilor, în special a pereţilor şi pardoselilor. Este folosit cu acest scop în ţările nordice. Capacităţile acestui material, reprezintă o sursă cu un potenţial crescut în ingineria construcţiilor şi promite utilizarea sa diversificată. Studii actuale analizează durabilitatea lemnului de plută de-a lungul ciclului de viaţă şi impactul pe care îl are asupra suprastructurii. Rezultatele sunt enunţate prin

comparația cu alte materiale utilizate în aceleași condiții și atribute. Valorile identificate în literatura de specialitate sunt prezentate în Tabelul 1.

Grupa de proprietăți	Proprietăți fizico-mecanice	Valori
Proprietăți generale	densitatea prețul	120 - 240 kg/m ³ 1,99-9,96 EUR/kg
Proprietăți mecanice	modulul elastic limita de curgere rezistența la tensiune alungirea rezistența la stres rezistența la rupere	0,013-0,05 GPa 0,3-1,5 MPa 0,5-2,5 MPa 20-80% deformare 0,3-1,1 MPa 0,05-0,1 MPa m ^{1/2}
Proprietăți termice	temperatura maximă de operare izolarea termică conductivitatea termică capacitatea specifică de încălzire coeficientul de expansiune termică	117-137 °C bun izolator 0,035-0,048 W/m°C 1,9e3-2,1e3 J/kg°C 130-230 μdeformare/°C
Proprietăți electrice	conductor electric sau izolator	izolator slab
Proprietăți optice	transparență/opacitate	opac
Alte proprietăți	permeabilitate acustică vibrații	impermeabil bun izolator bun tampon

Tabel 1. Caracteristici pentru lemnul de plută

Proprietățile enumerate în Tabelul 1, îl disting de alte materiale folosite în izolare. Acesta este un produs care nu are nevoie de mult suport structural pentru aplicare și este impermeabil – evită crearea de condens și asigură eliminarea umidității (5).

3.2. Cărămizi termo-izolatoare

Cărămizile termo-izolatoare sunt utilizate pentru obținerea unor soluții structurale cu performanțe energetice în domeniul construcțiilor. Prezintă rezultate pozitive în ceea ce privește izolarea termică a clădirilor.

Performanța termică poate fi obținută prin introducerea artificială a porilor în matricea materialului. Prin utilizarea acestor produse, care înglobează o cantitate considerabilă de deșeuri, se reduce producția de elemente cu un consum ridicat de energie și de resurse naturale. Principalele constituențe folosite în dezvoltarea acestor produse de construcții sunt praful de sticlă, fibrele naturale și artificiale, materialul rezultat din concasarea deșeurilor, var și apă.

Materiile prime sunt amestecate într-un mediu controlat, pentru a asigura distribuția uniformă a fibrelor. Ulterior, acestea sunt descărcate în matrițe și compactate cu ajutorul vibratoarelor pentru beton. Procesul tehnologic este destul

de asemănător cu cel de producție a cărămizilor normale, diferind materiile prime precum și modul de procesare (6).

3.3. Mortar modificat cu polimeri naturali din alge

O inovație în domeniul construcțiilor civile este reprezentată de utilizarea mortarului modificat cu polimeri naturali din alge. Pentru optimizarea compoziției, cimentul este mixat cu polimeri. Aceștia oferă garanția obținerii proprietăților necesare și aderență. Sunt recomandați pentru operațiunile de reparare și reabilitare.

Procesul de modificare este realizat cu ajutorul polimerilor de tip latex, cauciuc. S-a încercat înlocuirea lor cu cei naturali, din alge, care conțin agaran și caragenani (substanțe ce au funcție de emulgatori, condensatori, stabilizatori etc.). Materialul prezintă inițial o rezistență bună la compresiune. Utilizarea polimerilor conferă materialului rezistență, durabilitate și, pe ansamblu, rezultate bune în obținerea sustenabilității propuse.

În general, mortarul și betonul au o rezistență la compresiune excelentă, însă nu au o rezistență corespunzătoare la întindere. Această performanță poate fi rezolvată prin introducerea polimerilor naturali. Testele în laborator au demonstrat faptul că utilizarea mortarului modificat cu polimeri naturali din alge, sub formă de gel sau pudră, asigură o rezistență la compresiune mai mare (32,7 Mpa, pentru utilizarea unui procent de 0,5 de polimeri naturali, în amestec, raport prezentat în figura 1).

Polimerii naturali din alge sunt eficienți, sporesc proprietățile mecanice și fizice. Produsele obținute prezintă rezistență la compresiune și rezistența de rupere din tracțiune foarte bune (7).

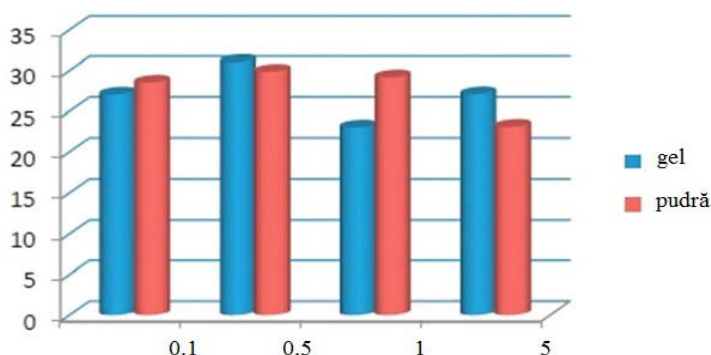


Fig. 1. Rezistența la compresiune a mortarului, în funcție de procentul utilizat de polimeri tip gel sau pudră

4. CONCLUZII ȘI DEZVOLTĂRI ULTERIOARE

Contaminarea cu substanțe nocive și epuizarea resurselor naturale au avut un impact dezastruos asupra mediului. Acest fenomen a determinat apariția pe piață a materialelor sustenabile.

Construcțiile sunt un domeniu care consumă o mare parte din resursele naturale, în același timp fiind și surse importante de poluare a mediului. Procesul de implementare al construcțiilor care are la bază principiile de eco-sustenabilitate are o arie de aplicabilitate extinsă în ultimii ani. Se folosesc materiale performante, durabile, cu răspuns foarte bun la factorii externi și care răspund cerințelor de realizare a clădirilor, definite în literatura tehnică sub denumirea de „clădiri verzi”. Dezvoltarea acestor tipuri de proiecte, a întâmpinat numeroase obstacole, din diferite considerente economice sau din lipsa unor baze de date și metodologii de proiectare adecvate. Există un efort susținut pentru studii privind comportarea structurilor și certificarea conformității materialelor noi, cu impact redus asupra mediului.

Direcția spre care trebuie să ne îndreptăm atenția este cea a dezvoltării tehnologiilor și produselor care au la bază utilizarea deșeurilor, precum și introducerea pe piață a produselor locale ecologice. Caracterul de sustenabilitate al industriei materialelor de construcție, se obține printr-un proces complicat și complex de adecvare a tehnologiilor la anumite tipuri de materii prime, locale în marea majoritate iar în final produsul obținut trebuie să prezinte eficiență sporită, să prezinte proprietăți fizico-mecanice corespunzătoare destinației, să asigure eliminarea emisiilor și să aibă un răspuns foarte bun la cerințele locale privind protecția mediului. În același timp este necesară și dezvoltarea metodologiilor și metodelor analitice de calcul specifice.

Lucrarea prezintă o sinteză a pașilor necesari în susținerea fenomenului de ecologizare. Reciclarea, precum și îmbunătățirea performanțelor produselor actuale utilizate în construcții, sunt căile care conduc la obținerea unor construcții durabile și eficiente energetic.

Bibliografie

1. Xiaolong Gan, Jian Zuo, Kunhui Ye, Martin Skitmore, Bo Xiong, Why sustainable construction? Why not? An owner's perspective, *Habitat International* 47 (2015) 61-68 <http://dx.doi.org/10.1016/j.habitatint.2015.01.005>
2. Kannan Govindan, K. Madan Shankar, Devika Kannan, Sustainable material selection for construction industry – A hybrid multi criteria decision making approach, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 55 (2016) 1274-1288 <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2015.07.100>
3. Aminu Darda'u Rafindadi, Miljan Mikic, Iva Kovacic, Zoran Cekic, Global Perception of Sustainable Construction Project Risks, *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 119 (2014) 456 – 465 <http://dx.doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.03.051>

4. Zuoren Nie, Eco-Materials and Life-Cycle Assessment, Green and Sustainable Manufacturing of Advanced Material (2016) 31–76 <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-411497-5.00003-5>
5. Jorge Sierra-Perez, Ignacio Lopez-Fornies, Jesús Boschmonart-Rives, Xavier Gabarrell, Introducing eco-ideation and creativity techniques to increase and diversify the applications of eco-materials: The case of cork in the building sector, Journal of Cleaner Production 137 (2016) 606–616 <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.07.121>
6. Ashwin Narendra Raut, Christy Pathrose Gomez, Development of thermally efficient fibre-based eco-friendly brick reusing locally available waste materials, Construction and Building Materials 133 (2017) 275–284 <http://dx.doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.12.055>
7. Rr. M. I. Retno Susilorinia, Harianto Hardjasaputrab, Sri Tudjonoc, Galih Hapsaria, Reksa Wahyu Sa, Ginanjar Hadikusumoa, Joko Sucipto, The advantage of natural polymer modified mortar with seaweed: green construction material innovation for sustainable concrete, Procedia Engineering 95 (2014) 419 – 425 <http://dx.doi.org/10.1016/j.proeng.2014.12.201>

Identificarea defectelor în elemente din beton armat utilizând metode nedistructive

Chingălată Costel

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

Rezumat:

Necesitatea investigării clădirilor din beton armat prin metode nedistructive reprezintă o problemă de actualitate în domeniul construcțiilor. În prima parte a lucrării sunt prezentați și clasificați, funcție de originea lor, principalii factori ce conduc la degradarea elementelor din beton. În cea de-a doua parte a lucrării sunt detaliate cele mai utilizate metodologii de investigare pe baza cărora se poate identifica și cuantifica gradul de degradare al elementelor din beton armat.

Cuvinte cheie: beton armat, degradări, metode nedistructive, investigare.

1. INTRODUCERE

Metodele nedistructive de investigare a degradărilor reprezintă o chestiune de actualitate în domeniul construcțiilor civile. Utilizarea și dezvoltarea acestor metode apare din nevoia de evaluare a construcțiilor din beton armat fără a degrada materialele/elementele constitutive. De asemenea, metodele completează cu succes metoda de investigare vizuală.

Lucrarea prezintă principiile care stau la baza dezvoltării celor mai des utilizate metode de investigare nedistructivă, a avantajelor și a limitărilor specifice acestora. Metodele nedistructive de investigare pot fi aplicate cu succes atât pentru clădirile în curs de construcție, cât și pentru cele existente. Situațiile în care se recomandă utilizarea acestor metode la clădirile aflate curs de execuție sunt [1, 2, 13]: (i) controlul calității materialelor (dacă există dubii cu privire la performanțele acestora), (ii) verificarea rezistențelor betonului la anumite intervale de timp adecvate fazelor tehnologice, (iii) stabilirea posibilității aplicării încărcărilor exterioare (îndepărtarea sprijinirilor, decofrarea sau efectuarea etapelor de pre/postcomprimare), (iv) eliminarea unor incertitudini cu privire la amplasarea armăturii (localizare, dimensiuni și grosimi ale straturilor de acoperire).

De asemenea, metodele de investigare nedistructivă sunt recomandate pentru clădirile aflate în etapa de exploatare, în următoarele cazuri [1, 2, 13]: (I) verificarea calității betonului cu privire la defectele interne (segregări, goluri, exfolieri, respectarea dimensiunilor stratului de acoperire), (II) verificarea armăturii din interiorul elementelor (localizare și dimensiuni), (III) verificarea existenței unor

degradări specifice anumitor acțiuni fizice (îngheț-dezgheț, temperaturi ridicate, contracție și fisurare), chimici (acțiunea unor acizi, săruri, reacția alcali-agregate) sau extraordinari (explozie, cutremur, uragan), (IV) aproximarea proprietăților mecanice ale betonului, (V) identificarea omogenității betonului pentru localizarea punctelor de extragere a carotelor (dacă se încearcă o corelare a metodelor nedistructive cu cele distructive).

2. DEGRADĂRI SPECIFICE CONSTRUCȚIILOR DIN BETON ARMAT

Betonul este un material de construcție complex, principalele performanțe fiind rezistența la compresiune și durabilitatea [1]. Aceste caracteristici sunt direct influențate de compoziția betonului (raportul apă-ciment, permeabilitate, densitate etc.) și expunerea la acțiunea agenților de mediu (cu privire la intensitate și durată). Durabilitatea elementelor din beton descrie capacitatea acestora de a-și menține proprietățile proiectate sub acțiunea factorilor specifici mediului înconjurător, a posibilelor atacuri chimice sau sub efectul uzurii mecanice.

Termenul „degradare”, în domeniul construcțiilor, reprezintă orice schimbare în sens negativ a caracteristicilor fizice, mecanice și/sau chimice specifice materialelor, elementelor sau întregului ansamblu construit, care pot afecta rezistența, stabilitatea sau durabilitatea acestora [2].

Cele mai des întâlnite degradări specifice elementelor din beton armat sunt prezentate în Tabelul 1 [3].

Tabel 1. Principalii factori de risc pentru construcțiile din beton armat [3]

Factorul de risc	Natura factorului	Perioada de apariție	Probabilitate de apariție
Factori naturali			
Precipitații, radiație solară	Fizică	Îndelungată	Cicluri continue
Umiditate și temperatură	Fizică	Îndelungată	Cicluri continue
Vânt, tornadă, uragan	Fizică	Instalare rapidă	Rar/ fără frecvență
Mișcarea terenului	Fizică	Îndelungată	Continuu
Cutremur	Fizică	Instalare rapidă	Rar/ fără frecvență
Alunecări de teren, avalanșe	Fizică	Instalare rapidă	Rar
Factori rezultați din relația om – construcție - mediu			
Poluare	Chimică	Îndelungată	Continuu
Utilizare necorespunzătoare	Fizică	Îndelungată	Continuu/frecvent
Lipsă lucrări de mentenanță	Fizică/ chimică/ biologică	Medie și îndelungată	Continuu/frecvent/ fără frecvență
Greșeli la stadiul de proiectare, execuție	Fizică / chimică	Medie / Îndelungată	Continuu / fără frecvență

Lucrări de intervenție lipsă/necorespunzător executate	Fizică/ chimică/ biologică	Instalare rapidă / îndelungată	Fără frecvență
Pericolul uman (furt, politică, război, accidente, terorism)	Fizică/ chimică/ fără limită	Instalare rapidă/medie	Rar/continuu/fără frecvență

3. METODE DE INVESTIGARE A ELEMENTELOR DIN BETON ARMAT

În prezent, fondul construit din România este alcătuit, într-o proporție majoritară, din clădiri având structură de rezistență din beton armat. Acest fapt conduce la necesitatea dezvoltării metodelor nedistructive de verificare a calității materialelor, elementelor și implicit, a construcțiilor în ansamblu.

La aplicarea oricărei metode de investigare a degradărilor o importanță deosebită trebuie acordată cunoașterii principiului, a avantajelor, precum și a limitărilor specifice acestuia. Astfel, tehnologia de ultimă generație din domeniul construcțiilor necesită personal cu o bună cunoaștere a principiilor care stau la baza funcționării metodelor nedistructive, de utilizare a aparaturii pentru o identificare optimă a parametrilor investigați, precum și de interpretare și corelare a rezultatelor furnizate [6].

În 2001, McCann și Forde [7] au realizat o etapizare a procesului de investigare în domeniul construcțiilor, figura 1. Aceștia precizează faptul că procedura „desk study”, ce presupune colectarea datelor existente la documentația tehnică a structurii, furnizează informații de o acuratețe mai ridicată comparativ cu cele obținute în urma aplicării oricărei metode nedistructive de investigare [7].

3.1. Metode nedistructive de investigare a clădirilor din beton

În Tabelul 2 sunt prezentate cele mai des utilizate metode nedistructive de investigare a construcțiilor din beton. În cadrul tabelului sunt menționați parametrii identificați, precum și principalele avantaje și limitări pentru fiecare metodă.

Există de asemenea metode pentru determinarea proprietăților fizico-chimice ale betonului, cum ar fi: determinarea umidității, determinarea permeabilității (la apă sau la aer) și determinarea conținutului de cloruri [2].

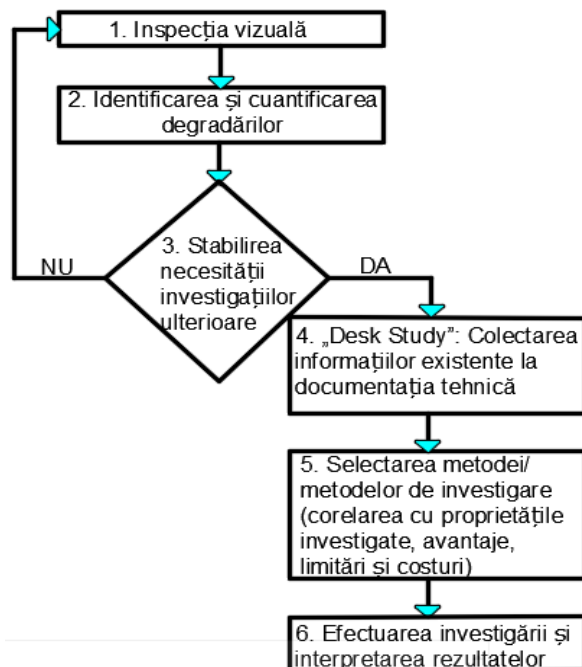


Fig. 1. Etapizarea procesului de investigare a unei construcții [7]

Tabel 2. Metode nedistructive de investigare a construcțiilor

Metoda de investigare	Parametrul măsurat	Avantaje	Limitări
Metoda vizuală	Defectosopia la suprafața betonului	Ușor de realizat, echipament accesibil	Necesită experiență, sunt identificate doar defectele de suprafață; acuratețe redusă a rezultatelor furnizate
Metoda impulsului ultrasonic	Rezistențe mecanice, identificarea și determinarea mărimii defectelor (goluri, fisuri, rosturi)	Echipament accesibil, portabil, rezultate rapide, ușor de manevrat	Rezultate influențate de armătură. Necesită pricepere în utilizarea aparaturii și evaluarea rezultatelor
Metoda ecoului de impact	Defectosopia betonului și adâncimea la care se găsesc degradări	Se utilizează pe o singură față, prezintă acuratețe, rapiditate, relevanță	Necesită experiență în utilizarea aparaturii și interpretarea rezultatelor
Metoda undelor de suprafață	Omogenitatea și grosimea straturilor de beton cu caracteristici diferite	Aplicabilitate la elemente accesibile pe o singură față	Rezultate influențate de grosimea straturilor. Necesită experiență în utilizarea aparaturii și interpretarea rezultatelor

Metoda bazată pe recul	Rezistența și omogenitatea betonului	Ușor de aplicat, aparatură accesibilă	Nu foarte relevant. Vârsta betonului, carbonatarea, agregatele și umiditatea influențează rezultatele
Metoda inducției electro-magnetice	Determină poziția, diametrul și adâncimea armăturii	Ușor de aplicat, nu necesită specializare	Dificil de aplicat la elementele cu armături dese
Metoda radar	Măsoară grosimea straturilor cu densități diferite, localizează neomogenitățile și armătura în beton	Aparatură portabilă, accesibilă pe o față	Costisitoare, necesită experiență în interpretarea rezultatelor
Radiografiere	Defectoscopia și omogenitatea betonului	Utilă pentru vizualizarea interiorului elementelor	Costisitoare, aparatură complexă, greoaie în utilizare. Necesită acces pe ambele fețe ale elementului
Metoda termică	Defectoscopia betonului (segregări, goluri, fisuri)	Aparatură portabilă, simplă de utilizat, rezultate rapide pentru suprafețe întinse	Nu oferă informații despre dimensiunea sau adâncimea defectelor. Rezultate afectate de mediul înconjurător
Diferența de potențial	Identificarea procesului de coroziune	Aparatură portabilă, simplă. Rezultate în forma conturilor echipotențimetrice	Necesită experiență și nu evidențiază viteza de corodare
Rezistivitatea betonului	Cuantificarea procesului de coroziune funcție de viteză	Se determină viteza de corodare	Rezultatele sunt influențate de umiditate, săruri, grosimea stratului de beton carbonatat

În continuare, sunt detaliate patru dintre cele mai importante metode nedistructive de investigare, în funcție de gradul de aplicabilitate și utilizare a acestora în identificarea caracteristicilor betonului.

3.1. Metoda impulsului ultrasonic

Principiul care stă la baza metodei este reprezentat de proprietatea undelor ultrasonice de a se propaga cu viteze diferite în materiale cu densități diferite. Semnalul transmis va fi influențat de neomogenitățile intersectate, rezultând o schimbare a vitezei și respectiv, a perioadei de propagare. Metoda se aplică pentru identificarea defectelor în beton (neomogenități, goluri), pentru cuantificarea gradului de degradare [16], dar și pentru aproximarea caracteristicilor mecanice ale betonului (modul de elasticitate, rezistență la compresiune). Normativele care

reglementează această metodă nedistructivă de investigare sunt date în lucrările [8-10].

Metoda presupune utilizarea a doi traductori, unul emițător și cel de al doilea receptor. Aceștia se poziționează pe suprafața elementului (figura 2), perpendicular pe direcția de turnare a betonului, iar la zona de contact se aplică un mediu cuplant (de obicei vaselină sau gelatină pe bază de produse petroliere). Pentru distanțe scurte de măsurare, de maxim 50 cm, frecvența traductorilor utilizați este cuprinsă între 60 și 200 kHz, iar în cazul distanțelor foarte mari între emițător și receptor, de maxim 15 m, frecvența acestora va fi cuprinsă între 10 - 40 kHz [9,10].

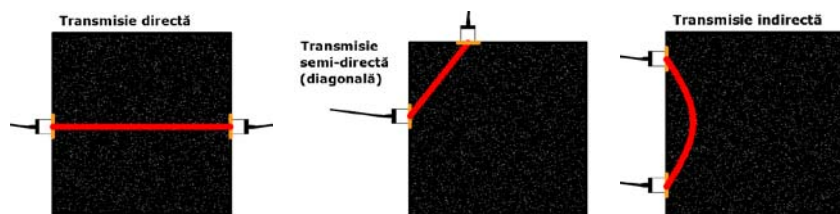


Fig. 2. Modalități de poziționare a traductorilor pentru transmiterea undelor

În 2012, Agunwamba & Adagba [11] au efectuat o corelare între viteza impulsului ultrasonic și condiția de calitate a betonului investigat (cu densitate aproximativă de 2400 kg/m^3), în baza cercetărilor lui Whitehurst din anul 1951 [21]. Viteza impulsului, ca indicator de calitate al betonului, este prezentată în Tabelul 3.

Metoda este influențată de temperatura betonului, care poate reduce viteza de propagare a semnalului, dar variațiile vitezei sunt neglijate pentru temperaturi între $10^\circ - 30^\circ\text{C}$. De asemenea, umiditatea betonului este un alt factor care influențează viteza undelor, fiind cu aproximativ 5% mai mare în cazul betonului saturat comparativ cu cea specifică betonului uscat. În consecință, rezultatele furnizate pot avea erori de până la 20% [12].

Tabel 3. Viteza impulsului ultrasonic ca indicator de calitate al betonului [11]

Calitatea betonului	Viteza impulsului (în m/s)
Excelentă	Peste 4500
Bună	3500 – 4500
Îndoielnică	3000 – 3500
Redusă	2000 – 3000
Foarte scăzută	Sub 2000

3.2. Metoda radar

În domeniul construcțiilor, cu precădere în investigarea structurilor din beton armat, metoda se utilizează pentru localizarea zonelor cu segregări, defecte la interiorul elementelor (exfolieri sau goluri), determinarea grosimii stratului de

beton și respectiv, a poziției armăturilor. Cercetările experimentale efectuate de Senin și Hamid în 2016 [15] au demonstrat aplicabilitatea acestei metode și în cazul determinării conținutului de apă și cloruri din elementele din beton armat, pe baza principiului atenuării amplitudinii undelor electromagnetice.

Metoda radar se bazează pe propagarea energiei electromagnetice în materiale cu proprietăți electrice diferite. Propagarea undei este influențată de două proprietăți ale materialului: conductivitatea electrică și constanta dielectrică. Obiectele sau zonele de la interiorul materialului cu proprietăți electrice distincte vor reflecta diferit undele electromagnetice. Astfel, se indică existența unor defecte. Undele de frecvențe joase pătrund în adâncimea elementelor, în timp ce undele de frecvențe ridicate sunt utilizate pentru o mai bună rezoluție a răspunsului, la elemente din beton cu grosimi reduse [4].

Într-un sistem radar, principalul factor de calitate este antena, care are rol de emițător și receptor. Aceasta influențează calitatea datelor recepționate, rezoluția și adâncimea de penetrare a undelor. Pentru aplicarea sistemului radar la elementele din beton, frecvența antenei este cuprinsă între 500 și 1500 MHz [13]. În cazul în care antena este poziționată direct pe suprafața elementului, adâncimea de investigare crește.

Aplicabilitate metodei radar in-situ este limitată de condițiile atmosferice la momentul investigării și de umiditatea suprafeței, care va conduce la o creștere a conductivității electrice a materialului investigat. Undele radar sunt absorbite de metale, așadar, dificultatea în investigare este direct dependentă de coeficientul de armare al elementului din beton [22]. Metoda nu furnizează informații cu privire la diametrul armăturilor, iar în unele cazuri, defectele de dimensiuni reduse de la interiorul elementelor din beton pot fi omise [13, 22]. Utilizarea aparaturii și interpretarea rezultatelor necesită un grad ridicat de calificare, iar costurile sunt relativ mari.

3.3. Metoda termică

Principiul metodei constă în colectarea radiațiilor infraroșii emise de suprafața betonului, convertirea acestora în semnale electrice și crearea unei imagini termice de distribuție a temperaturii [17]. Metoda se aplică pentru identificarea defectelor în structura elementelor din beton (fisuri [14], segregări, goluri, exfolieri în stratul de acoperire), dar și pentru identificarea poziției armăturii în cazul unui strat de acoperire cu beton de dimensiuni normale (cu grosime de 3,8 cm) [18]. Un gol umplut cu aer sau apă în interiorul elementului din beton, cedează căldura mediului din vecinătate mult mai repede și este semnalizat în imaginea termică printr-o zonă cu temperatură mai scăzută.

Aparatura de investigare specifică metodei termice este alcătuită din patru componente: (I) camera de înregistrare în infraroșu, (II) microprocesorul de

scanare în timp real, conectat la un ecran de afișaj, (III) sistemul de achiziție de date și (IV) sistemul de stocare a datelor (termice sau vizuale, pentru prelucrări ulterioare) [13]. Metoda termică este influențată de mediul înconjurător (radiația solară, vânt, praf) și de caracteristicile materialului, atât la suprafața acestuia cât și la interior.

Pentru aplicare in-situ a metodei, Aggelis & all [17] au demonstrat că este necesară o sursă auxiliară de încălzire dacă radiația solară nu este suficientă pentru aducerea la o temperatură ridicată a suprafeței investigate. De asemenea, investigarea nu se realizează sub acțiunea directă a luminii solare, a ploii sau a vântului, deoarece acestea pot influența rezultatele. Într-un alt studiu experimental, Aggelis & all [19] au evidențiat faptul că o temperatură mai ridicată a elementului investigat (aproximativ 70-80 °C) furnizează informații cu precizie mai ridicată despre gradul de degradare, comparativ cu cele obținute la temperaturi mai scăzute (de aproximativ 60 °C).

Keo & all [18] au aplicat cu succes metoda termică în combinație cu o sursă de încălzire (sistem alcătuit dintr-un generator de microunde cu puterea de 800 W la frecvența de 2.45 GHz și antenă piramidală tip corn) pentru identificarea barelor de armătură cu diametrul de 12 mm, dispuse la distanță de 100 mm. La momentul actual, experimentul efectuat de Keo & all [18] nu poate înlocui utilitatea pahometrului, a cărui aplicare este mult mai eficientă și simplă. Metoda termică nu afectează betonul și poate genera perspective de dezvoltare pentru aplicarea in-situ, în vederea inspectării altor parametri ai elementelor din beton armat decât starea de degradare (poziționarea și diametrul armăturii, determinarea grosimii stratului de beton de acoperire etc.).

3.4. Metoda ecoului de impact

Principiul metodei se bazează pe măsurarea undei de șoc generată de impactul unui ciocan sau al unei bile (de dimensiuni cunoscute) de suprafața betonului investigat. Frecvența și amplitudinea undelor generate în urma impactului se modifică în funcție de rezistența și omogenitatea betonului, de prezența defectelor sau a armăturilor.

Impactul ciocanului generează unda de șoc a cărei amplitudine și frecvență este înregistrată de un traductor amplasat în vecinătatea zonei de impact. Unda de șoc se reflectă la întâlnirea unui defect sau a unei armături, iar amplitudinea spectrului va prezenta un vârf în acea zonă. Transformata Fourier rapidă (FFT) este utilizată pentru a obține spectrul amplitudinii [12]. Cunoscând viteza de propagare a undelor într-un material omogen și „sănătos” precum betonul (v_p) și frecvența vârfului de amplitudine (f_p), se poate calcula adâncimea la care se găsește discontinuitatea în interiorul elementului. Rezultatele obținute sunt influențate de tipul și durata

impactului. Astfel, cu cât este mai scurtă durata de impact (t_d), cu atât este mai ridicată frecvența undei de șoc.

Metoda se utilizează pe o singură față a elementelor (element de tip placă sau îmbrăcămintă rutieră), este rapidă și prezintă acuratețe. Se utilizează pentru identificarea și localizarea defectelor în elementele din beton armat, a golurilor în elementele multistrat, în determinarea grosimii straturilor de beton [16] sau pentru verificarea golurilor în conductele armăturilor pretensionate injectate cu lapte de ciment din structura podurilor.

În 2010, Matsuyama & all [20] au aplicat metoda ecoului de impact pentru identificarea golurilor în pilonii din beton armat din structura unei autostrăzi. Rezultatele nu sunt influențate de prezența armăturilor, iar în urma testului au fost identificate zone cu exfolieri între panourile din beton armat precomprimat și pilonii de autostradă din beton armat.

Acuratețea rezultatelor este invers proporțională cu creșterea adâncimii de investigare, iar erorile în estimarea degradărilor vor avea o valoare mai mare pentru investigații în profunzimea elementului.

4. CONCLUZII

Lucrarea prezintă cele mai reprezentative metode nedistructive de investigare a elementelor/structurilor din beton armat. În Tabelul 2 s-a realizat o prezentare a principalelor metode de investigare nedistructivă împreună cu avantajele și limitările specifice.

Cunoașterea principiilor specifice de aplicare a metodelor nedistructive reprezintă un avantaj în vederea stabilirii unui plan de investigare și corelarea acestuia în raport cu timpul, costurile, tipul degradărilor prezente în structura elementelor sau a rezultatelor preconizate.

Procesul de investigare nedistructivă trebuie să urmărească succesiunea de etape prezentate în figura 1. În acest sens, este recomandabil ca elementele de carte tehnică a construcției să fie riguros întocmite, iar aplicarea etapei denumită „desk study” poate furniza informații preliminare importante cu privire la alcătuirea și caracteristicile elementelor investigate.

Prin analiza comparativă a metodelor nedistructive de investigare a elementelor din beton armat, se evidențiază următoarele concluzii:

1. metoda impulsului ultrasonic este aplicabilă unui spectru larg de elemente din beton armat, fiind caracterizată de o metodologie facilă de efectuare, iar rezultatele obținute au un grad ridicat de acuratețe furnizând informații cu privire la starea de degradare; în schimb, metoda este limitată de gradul de

rugozitate al stratului suport, de necesitatea unui mediu cuplant și de umiditatea și temperatura betonului;

2. aplicarea metodei termice in-situ este condiționată de existența unor condiții de mediu stabile și a unei surse externe generatoare de căldură pentru a evidenția mai ușor existența unor eventuale defecte în structura elementului investigat;
3. metoda radar poate fi utilizată pentru elemente accesibile pe o singură față, însă costurile ridicate și rezultatele greu de interpretat limitează aplicabilitatea acestei metode în cazul elementelor din beton armat;
4. metoda ecoului de impact este utilizată pentru identificarea și localizarea unui spectru larg de defecte, dar adâncimea de investigare este relativ limitată.

Bibliografie

1. Hann F.E.I. (2012), Comportarea in situ a construcțiilor și aptitudinea lor pentru exploatare, Vol. III – Interacțiunea construcției & mediu ambiant. Aptitudinea pentru exploatare a construcțiilor, București
2. Gosav I. (1993), Evaluarea nivelului de siguranță a construcțiilor din punct de vedere al durabilității, Teză de doctorat, Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” din Iași
3. David S. W. (2007), Building pathology – Second edition, Blackwell Publishing
4. Soveja L (2015), Evaluarea și reabilitarea structurilor istorice din zidărie, Teză de doctorat, Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” din Iași
5. Kimitoshi M., Masahiko Y., Masayasu O. (2010), On-site measurement of delamination and surface crack in concrete structure by visualized NDT, Construction and Building Materials 24, p. 2381-2387
6. Carino N.J. (2013), Training: Often the missing link in using NDT methods, Construction and Building Materials 28, p. 1316-1329
7. McCann D.M., Forde M.C. (2001), Review on NDT methods in the assessment of concrete and masonry structures, NDT&E International 34, p. 71-84
8. *** Normativ C26-85, Normativ pentru încercarea betonului prin metode nedistructive
9. *** ASTM C 597, Standard Test Method for Pulse Velocity Through Concrete
10. ***SR EN 12504-4, Încercări pe beton din structuri. Partea 4: Încercări nedistructive. Determinarea vitezei de propagare a ultrasunetelor
11. Agunwamba J.C., Adagba T. (2012), A comparative analysis of the rebound hammer and ultrasonic pulse velocity in testing concrete, Nigerian Journal of Technology, vol. 31, no. 1, p. 31-39
12. Gavrilă C. (2013), Diagnosticarea stării structurilor pentru construcții prin identificare dinamică, Teză de doctorat, Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” din Iași
13. *** International Atomic Energy Agency (2002), Guidebook on non-destructive testing of concrete structures, Viena
14. Aggelis D.G., Kordatos E.Z., Strantză M., Soulioti D.V., Matikas T.E. (2011), NDT approach for characterization of subsurface cracks in concrete, Construction and Building Materials 25, p. 3089-3097
15. Senin S.F., Hamid R. (2016), Ground penetrating radar wave attenuation models for estimations of moisture and chloride content in concrete slab, Construction and Building Materials 106, p. 659-669
16. Zoidis N., Tatsis E., Vlachopoulos C., Gotzamanis A., Clausen S.J., Aggelis D.G., Matikas E.T. (2013), Inspection, evaluation and repair monitoring of cracked concrete floor using NDT methods, Construction and Building Materials 48, p.1302-1308

17. Aggelis D.G., Kordatos E.Z., Soulioti D.V., Matikas T.E. (2010), Combined use of thermography and ultrasound for the characterization of subsurface cracks in concrete, *Constructions and Building Materials* 24, p.1888-1897
18. Keo S.A., Brachelet F., Breaban F., Defer D. (2014), Steel detection in reinforced concrete wall by microwave infrared thermography, *NDT&E International* 62, p.172-177
19. Aggelis D.G., Kordatos E.Z., Strantza M., Soulioti D.V., Matikas T.E. (2011), NDT approach for characterization of subsurface cracks in concrete, *Constructions and Building Materials* 25, p.3089-3097
20. Matsuyama K., Yamada M., Ohtsu M. (2010), On site measurement of delamination and surface crack in concrete structure by visualized NDT, *Construction and Building Materials* 24, p. 2381-2387
21. Whitehurst E.A. (1951), Soniscope tests concrete structures, *Journal American Concrete Institute* 47, p. 433-444
22. *** GSSI Handbook for radar inspection of concrete (2006), Geophysical Survey Systems, Inc., Salem, New Hampshire, USA

Programarea proiectării investițiilor mari cu ajutorul programului Microsoft Project

Cirimpei Ion

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

Rezumat

Unul dintre principalele obiective ale programării unui proiect (project management) este de a asigura succesul unui proiect de construcții. Astfel, în încercarea de a depăși stadiul dezvoltării modului de proiectare existent și de a cuceri noi perspective în plan socio-economic, se mizează pe o planificare și o etapizare riguroasă a realizării unui proiect. Microsoft Project este una dintre uneltele auxiliare utilizate pentru o programare exactă și de succes a uneia dintre cele mai importante părți ale unui proiect: faza de concept și design.

Cuvinte cheie: Microsoft Project, Grafic Gantt, project management, design

1. INTRODUCERE

În încercarea cotidiană de a ține pasul cu dezvoltarea rapidă în domeniu și a avea o perspectivă socio-economică reală a nevoilor actuale, proiectele de construcții devin din ce în ce mai complexe și mai complicate. Investițiile mari (figura 1.1) necesită din ce în ce mai multe resurse încă din faza incipientă a construcției propriu-zise, având nevoie de o programare riguroasă a etapelor desfășurării proiectului, mai ales atunci când aceste proiecte sunt compuse din mai multe elemente, cu funcțiuni și termene de realizare diferite.



Fig. 1.1- Structuri și șantiere mari (Proiectul OpenVille- Timișoara)

În continuare îmi propun să analizez o implementare a planificării și coordonării proiectării unei investiții mari cu ajutorul programării în construcții. Programarea în construcții constă în proiectarea desfășurării în timp și spațiu a proceselor simple și/sau complexe, a acțiunilor și activităților ce conduc la obținerea unui produs, folosind anumite metode specifice, ținându-se seama de condiționările tehnologice și organizatorice, impuse de situația în care realizarea unui proces este condiționată de terminarea unor sau mai multor procese, la rândul său influențând începerea unuia sau mai multor procese. [1]

2. METODOLOGIA CERCETĂRII

2.1. Programele de programare și coordonare în construcții

Indiferent de evoluția economică, sectorul construcțiilor depinde fundamental de planificare, bugetare și execuție exemplară la orice stadiu al proiectului. Coordonarea tuturor activităților asociate construcțiilor și proiectării necesită un sistem informatic complex, care să permită și integrarea cu soluții avansate de project management.

Pentru planificarea, urmărirea și coordonarea lucrărilor de construcții sunt prezentate din ce în ce mai multe programe, actualizate nevoilor cotidiene și care, prin actualizările implementate periodic, devin tot mai apropiate și indispensabile pentru cei care coordonează lucrările de construcții.

Printre cele mai cunoscute programe utilizate de către cei implicați în procesul de coordonare sunt Gantt Project, Asprova, Primavera P6, JIRA de la Atlassian. Un clasament al celor mai folosite și populare programe de project management au întocmit cei de la capterra.com.



Fig. 2.1 [2]

Astfel, din figura 2.1 se poate observa că Microsoft Project este lider mondial în ceea ce privește numărul de clienți-utilizatori al programului.

2.1.1. Microsoft Project &Portfolio Management (PPM)- Prezentare generală

Microsoft PPM face parte din pachetul extins de programe oferit de către Microsoft, prin suitele intitulate Microsoft Office, păstrând de-a lungul anilor aceeași interfață minimalistă și prietenoasă cu care ne-a obișnuit și în cadrul pachetului (Word, Excel, Outlook, Acces). Șabloanele predefinite, instrumentele de planificare familiare și accesul pe toate dispozitivele cresc productivitatea pentru managerii și echipele de proiect.

Caracteristicile de planificare familiare, cum ar fi diagramele Gantt și meniurile derulante prepopulate, reduc timpul de instruire și simplifică procesul de planificare a proiectului. Microsoft PPM este disponibil pe dispozitive Windows, iOS® și Android™, pentru ca membrii echipei să poată actualiza activități de pe dispozitivul dorit și să vizualizeze cronologii și rapoarte din deplasare, ceea ce îl face foarte comod și ușor de urmarit și actualizat. [3]

2.2. Programarea și coordonarea lucrărilor de proiectare cu ajutorul Microsoft PPM

2.2.1. Complexitatea sistemului și domeniul de utilizare

Eforturile de a obține o optimizare a termenilor și procedurilor de proiectare la proiectele complexe sunt tot mai intense, fiind într-o continuă interdependență cu procedurile de execuție și rezultatul final așteptat de către beneficiar. Odată cu implementarea investițiilor mari, care implică mai mulți proiectanți, beneficiari, executanți, subcontractori, manageri de proiect, consultanți și specialiști, necesitatea unui program care să asigure o coordonare și un succes al unui proiect a devenit iminentă. Microsoft PPM s-a dovedit a fi la fel de util și de productiv pentru programarea lucrărilor din șantier, cât și pentru programarea proiectării, în cazul investițiilor mari.

Hirschman (1967) a fost unul dintre pionierii care au tratat proiectele mari după sistemele temporare și adaptive. El a recunoscut că provocarea complexă nu o constituie mărimea în sine, cât dificultatea de a stabili structura și procesul de coordonare ajustând și înglobând toate componentele într-un întreg coerent și care ar putea răspunde dinamic unor schimbări de condiții într-un interval definit de timp. [4]

În continuarea prezentării s-a analizat o implementare a programului în coordonarea proiectării unei investiții de 220 milioane de euro, formată din mai multe clădiri cu forme și funcțiuni distincte (office, retail, entertainment, parking). Datorită complexității și numărului mare de clădiri, cu design și funcțional diferit,

proiectul a fost împărțit în 2 mari zone și etape de execuție, ce vor fi realizate în 2 perioade distincte de timp:

- Prima etapă – se va desfășura în perioada 2016-2018;
- A doua etapă – se va desfășura în perioada 2018-2020.

Acestea vor fi la rândul lor împărțite în alte 3 cluster, care vor cuprinde fiecare corpurile clădirilor ce vor fi executate.

În figura 2.2 sunt reprezentate etapele de realizare ale clădirilor, după programarea prealabilă.

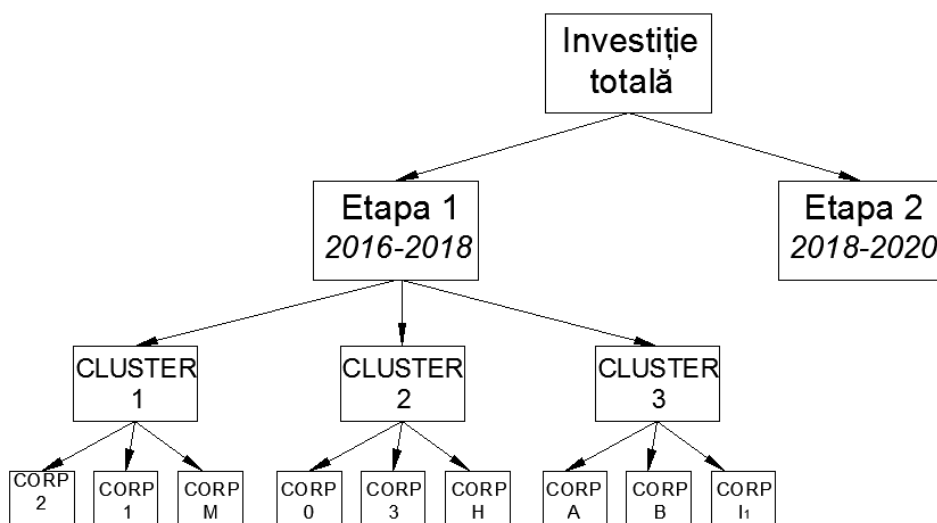


Fig. 2.2 - Structurarea etapelor de execuție a investiției

Ca și date de intrare am introdus toate etapele de proiectare ale clădirii, fiind incluse toate cerințele legate de: arhitectură, structură, instalații sanitare și HVAC, instalațiile electrice, instalații de curenți slabi cât și proiectele de amenajare exterioară.

2.2.2. Date input proiect

Datele de input au reprezentat termenii stabiliți și negociați cu fiecare componentă de proiectare. Partea cea mai consistentă o constituie **Conceptul** – reprezentând tema de proiectare de bază a funcționalității și a design-ului proiectului. Această fază necesită o colaborare intensă între proiectantul general și beneficiar încă de la stadiul incipient al proiectului. Pentru aceasta, unii experți recomandă o programare mai detaliată dinaintea începerii propriu-zis a proiectării (Pre-Construction Planning, PCP) [5], proces care poate conduce la scăderea pierderilor și depășirilor de buget cu până la 30%. Acum, tema de proiectare fiind elaborată, se

poate trece la pregătirea proiectului și documentației tehnice ce va servi pentru faza de autorizare a construcțiilor. Odată cu începerea fazei de autorizare a proiectului (PAC), se începe și faza de întocmire a proiectului tehnic și a detaliilor de execuție (PT+DE) pentru fiecare componentă de proiectare. Următoarea etapă care trebuie introdusă în proiect este faza **As Built**, care durează de la începutul proiectului până când structura este dată în exploatare, incluzând și perioada de execuție.

3. REZULTATE

Rezultatul obținut este un plan calendaristic (figura 3) denumit în literatura de specialitate și grafic de eșalonare a lucrărilor sau grafic Gantt, cu date precise de începere a lucrărilor, cu toleranțe de coordonare-proiectare riguros planificate.

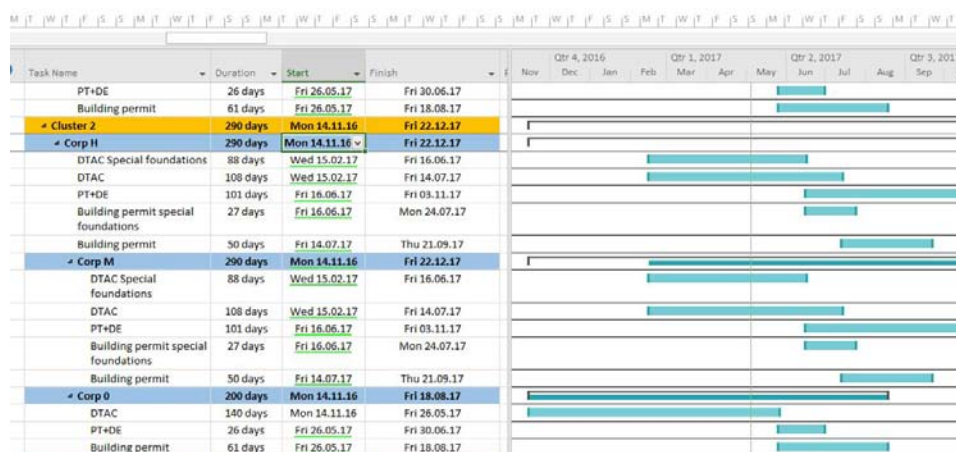


Fig.3

Beneficiul acestui grafic este oferit de importanța semnificațiilor informațiilor care sunt folosite pentru acțiuni cu caracter tehnico-economic și condiționează în fapt execuția proiectului:

- Încadrarea programului în limita de termen pentru predarea proiectelor (termene de predare stipulate în contract) care sunt direct implicate în procesul de execuție.
- Perioadele calendaristice de execuție ale diferitor etape ale proiectelor .
- Graficul de planificare a activităților reprezintă piesa pe baza căreia se fac planificarea contractării și aprovizionării cu materiale conform

listelor de materiale necesare, cât și planificarea financiară pentru etapele imediat următoare.

Graficul de eșalonare a lucrărilor de proiectare devine astfel instrumentul de lucru absolut necesar pentru rezolvarea problemelor care decurg din elaborarea programelor cu analiza resurselor și analiza și optimizarea costului. [6]

Bibliografie

1. Șerbănoiu Ion, Ungureanu Lucian Constantin, 2010 – *Tehnici pentru programarea lucrărilor de construcții*, Editura Societații Academice “ Matei-Teiu Botez” Iași, 978-973-8955-79-0
2. Șerbănoiu Ion, Șerbănoiu Adrian 2008 – *Programarea în managementul activităților de construcții*, Editura Societații Academice “ Matei-Teiu Botez” Iași , (10)973-7962-99-0 (13)978-973-7962-99-7
3. Hirschman, A.O., 1967. *Development Projects Observed. The Brookings Institution Press*, Washington D.C.,
4. Ali Abbas, Zia Ud Din, Rizwan Farooqui -2016- *Achieving Greater Project Success & Profitability Through Pre-Construction Planning: A Case-Based Study*, Procedia Engineering 145 804 – 811
5. K.N. Jha, K.C. Iyer,- 2007 - *Commitment, coordination, competence and the iron triangle*, International Journal of Project Management 25(5), pp. 527–540
6. Șerbănoiu Ion – *Metode de organizare și programare în construcții*, 2009, Editura societății Academice “ Matei-Teiu Botez”, Iași. ISBN 798-793-8955-62-2

Studii privind predictibilitatea și cuantificarea activităților specifice calității la construcția clădirilor - terasamente

Costoaea Nicolaie Gabriel

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

Rezumat

Calitatea în construcții este definită prin Legea nr.10/1995 privind calitatea în construcții. Înscrierile existente la cartea tehnică a construcției sunt o sursă/ un vector de definire/ argumentare. Prin această lucrare s-a propus stabilirea tipurilor de documente care trebuiesc întocmite, conținutul acestora așa încât să dovedească efectuarea verificărilor care să conducă la obținerea unor lucrări de construire care să îndeplinească cerințele de calitate stabilite prin proiect în conformitate cu normele, normativele, legislația în vigoare și pentru care să putem stabili, în momentul efectuării verificărilor (după caz prin măsurători) un punctaj. La sfârșitul execuției lucrărilor de construire, investitorul va avea reflectată calitatea printr-un indicator pentru categoriile de lucrări la care facem referire.

Cuvinte cheie: punctaj, calitate, investitor

1. INTRODUCERE

Așa cum este definită prin Legea nr.10/1995 privind calitatea în construcții, republicată cu modificările și completările ulterioare, calitatea în construcții este ”rezultanta totalității performanțelor de comportare a acestora în exploatare, în scopul satisfacerii, pe întreaga durată de existență, a exigențelor utilizatorilor și colectivităților”(1). Cu alte cuvinte, calitatea poate fi privită ca raport între performanța produsului și așteptările investitorului.

Prin Legea nr.10/1995 privind calitatea în construcții, republicată cu modificările și completările ulterioare, se instituie sistemul calității în construcții, care se aplică diferențiat funcție de categoria de importanță a construcției, cu scopul edificării și utilizării unor lucrări de construire corespunzătoare pentru punerea în siguranță a vieții oamenilor, a bunurilor acestora și protejarea mediului.

Toți factorii implicați în edificarea unei construcții, investitori, proiectanți, verificatorii de proiecte atestați, executanți, fabricanți și furnizorii de materiale și produse pentru construcții, experți tehnici atestați, sunt obligați prin lege să

participe la realizarea unor construcții de calitate, pentru care pe întreaga durată de existență a construcțiilor trebuie îndeplinite cerințele esențiale:

- a) rezistență mecanică și stabilitate;
- b) securitate la incendiu;
- c) igienă, sănătate și mediu;
- d) siguranță în exploatare;
- e) protecție împotriva zgomotului;
- f) economie de energie și izolare termică”(1).

Urmarea activităților specifice desfășurate de factorii implicați, la cartea tehnică a construcției vor fi depuse documente care atestă calitatea lucrărilor executate.

În șantier, respectând reglementărilor tehnice în vigoare (ex: C56/1985, NE012/2-2010, etc), au fost identificate următoarele tipuri de documente completate:

- Proces- verbal de predarea- primirea amplasamentului și a bornelor de reper;
- Proces- verbal de trasare a lucrărilor;
- Proces- verbal de verificare a cotei de fundare;
- Proces- verbal de verificare a naturii terenului de fundare;
- Proces- verbal pentru verificarea calității lucrărilor ce devin ascunse;
- Proces- verbal de verificare a aspectului betonului după decofrare și poziționare goluri tehnologice și de instalații;
- Proces verbal de recepție calitativă;
- Condica pentru evidența betoanelor turnate;
- Buletin unic pe lucrare privind rezultatele încercărilor pe probe de beton prelevate la șantier;
- Proces- verbal de recepție a infrastructurii;
- Proces- verbal de recepție a structurii;
- Proces- verbal de recepție la terminarea lucrărilor;
- Proces- verbal de recepție finală.

Conținutul acestor documente tipizate, în majoritatea cazurilor întâlnite în șantier conțin referiri la: identificarea executantului, data întocmirii documentului, obiect/lucrare, faza din lucrare supusă verificării, elementele de identificare (sector, porțiune, ax, cotă, etc.), prevederile proiectului, concluzii, cine a efectuat verificarea din partea executantului, investitorului și după caz a proiectantului.

Prin semnarea și atașarea la Cartea tehnică a unei construcții a documentului care certifică calitatea, se presupune că au fost făcute toate verificările și sunt îndeplinite condițiile stabilite prin proiect, cu respectarea normelor, normativelor și legislației în vigoare.

Care sunt verificările care trebuie făcute? Cu ce comparăm valorile obținute? Poate o construcție la care abaterile dimensionale sau constructive sunt la limita admisă să fie recepționată? Două construcții făcute după același proiect, dar la care diferă foarte mult abaterile, anume, la una abaterile sunt la limita maximă iar la cealaltă abaterile aproape nu există, pot avea aceeași valoare? Cine ar putea să stabilească ”valoarea”? Investitorul, proiectantul, executantul, utilizatorul?

Prin această lucrare s-a propus stabilirea tipurilor de documente care trebuiesc întocmite, conținutul acestora așa încât să dovedească efectuarea verificărilor care să conducă la obținerea unor lucrări de construire care să îndeplinească cerințele de calitate stabilite prin proiect în conformitate cu normele, normativele, legislația în vigoare și pentru care să putem stabili, în momentul efectuării verificărilor, și după caz prin măsurători, un punctaj de la 1 la 10, unde punctajul notat cu 1 este minim și înseamnă foarte rău iar punctajul notat cu 10 este maxim și înseamnă foarte bun. La sfârșitul execuției lucrărilor de construire, investitorul va avea reflectată calitatea într-un punctaj pentru categoriile de lucrări enumerate anterior.

2. ARGUMENTAREA TEMATICII PROPUSE

Reglementările tehnice în vigoare și literatura de specialitate clasifică construcțiile după mai multe criterii:

- *"după destinație (construcții civile, construcții social-culturale, construcții industriale, construcții agrozootehnice);*
- *după durabilitate (construcții permanente, construcții semipermanente, construcții provizorii);*
- *după materialul de bază al structurii de rezistență (construcții din zidărie, construcții din beton și beton armat, construcții din lemn, construcții metalice, construcții mixte);*
- *după categoria de importanță (categoria A- excepțională, categoria B- deosebită, categoria C- normală, categoria D- redusă)".(2)*

Deoarece domeniul este foarte vast, cu multe variabile, în această lucrare, pentru a susține ideile, în conformitate cu criteriile enumerate anterior, am ales clădirile cu infrastructura formată din fundații din beton, beton armat, suprastructura din zidărie portantă, cadre din beton armat sau structură mixtă (zidărie și beton armat). Pentru aceste tipuri de clădiri am identificat și studiat următoarele categorii de lucrări: terasamente; îmbunătățirea terenului de fundare; fundații; beton, beton armat și beton precomprimat; cofraje; zidării; tencuieli; placaje; zugrăveli și vopsitorii; pardoseli; izolații; tâmplărie; geamuri; învelitori; tinichigerie.

În această lucrare voi trata categoria de lucrări: **terasamente**.

Terasamentele pot fi definite ca ansamblul lucrărilor constând în modificarea formei naturale a pământului, servind ca bază, în vederea realizării unei construcții. În șantier, respectând cerințele normativelor C56/1985, NE012/2-2010, C169/1988, C159/1989, se fac următoarele activități/verificări și se întocmesc următoarele documente:

- Investitorul, proiectantul, executantul și, după caz, reprezentanții deținătorilor de utilități vor proceda la predarea- primirea amplasamentului, vor trasa reperele și cota zero. Va fi întocmit Proces- verbal de predare- primire amplasament;

- Investitorul și executantul vor trasa lucrările de terasamente pe ansamblu și pe obiect. Va fi întocmit Proces- verbal de trasare a obiectelor;
- Investitorul și executantul vor face verificarea dimensiunilor și cotelor de nivel la terminarea lucrărilor de săpături pentru fundații. Va fi întocmit Proces- verbal de lucrări ascunse;
- Executantul, prin încercarea probelor de laborator sau prin încercare la penetrare statică sau dinamică, va stabili natura terenului sub cota de fundare;
- Investitorul, proiectantul și executantul vor verifica corespondența dintre natura terenului sub cota de fundare stabilită prin proiect/ studiu geotehnic și rezultatele de la încercările de laborator. Va fi întocmit Proces- verbal pentru verificarea naturii terenului sub cota de fundare. Dacă la cota de nivel stabilită de proiect, natura terenului este diferită de cea avută în vedere la proiectare, lucrările vor continua numai pe baza dispoziției scrise a proiectantului;
- Acolo unde este cazul, investitorul și executantul vor face verificarea consolidării terenului de fundare prin realizarea umpluturilor (perne) de pământ, nisip, balast, pietriș, piatră spartă etc, pe care urmează să se așeze direct fundațiile. Vor fi făcute verificări ale documentelor care atestă calitatea materialului utilizat pentru umplutură, corespondența cu cerințele proiectului în ce privește tipul materialului, respectarea tehnologiei de compactare și atingerea gradului de compactare. Va fi întocmit Proces- verbal de lucrări ascunse în care sunt consemnate toate buletinele de încercare și rezultatele verificărilor realizate pe toată grosimea umpluturilor (pernei). Dacă este cazul vor fi luate măsuri de menținere a platformei în stare uscată;
- După terminarea săpăturii, inclusiv în cazul realizării consolidării terenului de fundare, investitorul, proiectantul și executantul vor face retrasarea generală a fundației înainte de începerea lucrărilor de armare și cofrare. Va fi întocmit Proces-verbal.

În șantier, toate activitățile/ verificările prezentate anterior, pentru un executant al lucrărilor de construire care are sistem propriu de asigurare a calității realizat/ implementat/ certificat, sunt realizate.

Ce nu este consemnat?

Toate procesele- verbale întocmite în șantier nu consemnează abaterile constatate și nu stabilesc un punctaj care să arate investitorului care este calitatea lucrărilor realizată funcție de referință.

Care referință?

Proiectantul ar trebui să stabilească prin proiect, cu respectarea legislației, normelor și normativelor în vigoare, nivelul de calitate care trebuie atins, definind abaterile în care trebuie să se încadreze fiecare tip de lucrare.

Ce găsim în șantier și ce stabilește legislația în domeniu?

În conformitate cu prevederile *Legii nr.50/1991 privind autorizarea executării lucrărilor de construcții, republicată, cu modificările și completările ulterioare,*

anexa nr.1, CONȚINUTUL-CADRU AL PROIECTULUI PENTRU AUTORIZAREA EXECUTĂRII LUCRĂRILOR DE CONSTRUIRE - P.A.C., documentația conține "lista și semnăturile proiectanților, memoriu prin care se face descrierea lucrărilor care fac obiectul autorizării, cu referiri la amplasament, topografie, trasarea lucrărilor, clima și fenomenele naturale specifice, geologia și seismicitatea, categoria de importanță a obiectivului, date și indicatori urbanistici care caracterizează investiția proiectată (suprafața construită, suprafața desfășurată, suprafața utilă, înălțimile clădirilor, numărul de niveluri, volumul construcțiilor, procentul de ocupare a terenului - P.O.T., coeficientul de utilizare a terenului - C.U.T.), devizul general al lucrărilor, studiul geotehnic, referatele de verificare a proiectului"(3).

Am urmărit în șantier conținutul proiectelor și am constatat că:

- În memorii, partea aferentă terasamentelor conține de la 1 până la 4 pagini, și face vorbire despre amplasament, vecinătăți, încadrare în zona seismică, zona climatică, despre alcătuirea construcțiilor pe ansamblu și pe elemente... adică se fac referiri numai la cerințele stabilite de legislația în vigoare;
- În caietele de sarcini se fac referiri la tehnologia de execuție, materiale;
- În toate documentele enumerate anterior nu sunt consemnate abaterile în care ar trebui să se încadreze lucrările de construire care urmează a fi executate.

3. REZULTATE CANTITATIVE, CALITATIVE ȘI INTERPRETĂRI

Ținând cont de cele prezentate anterior se va face cuantificarea performanței/calității efective a lucrărilor executate, pentru terasamente, fiecare proiect va conține fișe, care urmează a fi completate pe măsura executării lucrărilor, cu următorul conținut:

Autorizația de construire nr.....din data.....
 Denumirea lucrărilor de construire(conform AC):.....
 Adresa investiției:.....
 Investitor/ Beneficiar:.....
 Adresa investitor:.....
 Nr. telefon investitor:.....
 Executant:.....
 Adresa executant:.....
 Nr. telefon executant:.....

TERASAMENTE

ELEMENTUL VERIFICAT					Data efectuării verificării și întocmirii document	Cine a participat la verificare (nume prenume)	Punctaj obținut atunci când a fost îndeplinită cerința
Verificarea/ documentul care se întocmeste	Abatere stabilită	Abatere constatata	Îndepline ste cerinta				
			DA	NU			
1	2	3	4	5	6	7	8
Verificare amplasament/ Proces verbal de predare-primire amplasament.	Este document semnat de toți factorii implicați					Executant Diriginte de santier Proiectant Reprezentan t detinatori utilitati	Pentru lipsa document sau lipsa semnaturi se acordă punctaj 1
Verificare trasare/ Proces verbal de trasare a obiectelor.	"±2cm pt. lungimi pana la 50m, ±3cm pt. lungimi pana la 100m, ±4cm pt. lungimi pana la 150m, ±5cm pt. lungimi pana la 250m, (dupa caz spor de panta pentru 3°<p≤10°, 25%, pentru 10°<p≤15°, 50%, pentru 15°<p, 100%)" (4)					Executant Diriginte de santier Proiectant	Se aplică algoritmul stabilit prin schema logica fig.2
Verificarea dimensiunilor si cotelor de nivel la terminarea lucrarilor de sapaturi pentru fundatii / Proces verbal de lucrari ascunse.	"Plan = +/- 25 mm; Inalt. = +/-20 mm"(4), (5), (6)					Executant Diriginte de santier Proiectant	Se aplică algoritm similar cu cel stabilit prin schema logica fig.2
Verificarea naturii terenului sub cota de fundare prin probe de laborator (daca nu se face penetrare statica sau dinamica)/ Proces verbal sau	"cate una la 200mp dar nu mai putin de 3 pe obiect" (4)					Executant Diriginte de santier Proiectant	
Proces verbal pentru verificarea naturii terenului sub cota de fundare prin penetrare statica sau dinamica (daca nu se preleveaza probe de laborator)	Există proces-verbal semnat de factorii implicați					Executant Diriginte de santier Proiectant	Pentru lipsa document sau lipsa semnaturi se acordă punctaj 1
Verificare la atingerea cotei de nivel stabilita de proiect, natura terenului corespunde cu cea avuta in vedere la proiectare.	Există proces-verbal semnat de factorii implicați					Executant Diriginte de santier Proiectant	Pentru lipsa document sau lipsa semnaturi se acordă punctaj 1

_ Dacă la cota de nivel stabilită de proiect, natura terenului nu corespunde cu cea avută în vedere la proiectare, continuarea lucrărilor se va face numai pe baza unei dispoziții scrise a proiectantului	Exista dispoziție de santier					Executant Diriginte de santier Proiectant	Dacă trebuie aplicat, pentru lipsa document sau lipsa semnături se acordă punctaj 1
Proces verbal de lucrări ascunse întocmit înainte de începerea lucrărilor la corpul de fundații.	semnat de factorii implicați					Executant Diriginte de santier Proiectant	Pentru lipsa document sau lipsa semnături se acordă punctaj 1
Verificarea umpluturilor (perne) de pamant, nisip, balast, pietris sau piatra sparta, care servesc drept consolidare a terenului de fundare si pe care se aseaza direct fundatiile/ Documente care sa ateste calitatea materialului utilizat pentru umplutura si care dovedeasca concordanta cu prevederile proiectului	"in sfera de granulozitate $\pm 5\%$ fata de componentele de sorturi "(4)					Executant Diriginte de santier	Se aplică algoritm similar cu cel stabilit prin schema logica fig.2
Verificare dacă este realizat gradul de compactare prevăzut în proiect	"abatere admisa de -2% pentru medie si 5% pentru valoarea minima" (4)					Executant Diriginte de santier Proiectant	Se aplică algoritm similar cu cel stabilit prin schema logica fig.2
Verificare realizate determinari pe toata grosimea pernei și verificare respectarea tehnologiei de compactare prevăzută în proiect	"cate una pentru fiecare strat elementar, cel puțin una la fiecare 20mc material compactat "(4)					Executant Diriginte de santier	Se aplică algoritm similar cu cel stabilit prin schema logica fig.2
Verificare dacă în procesele verbale de lucrări ascunse sunt consemnate toate buletinele de încercare si rezultatele verficarilor	există toate documentele					Executant Diriginte de santier	Se aplică algoritm similar cu cel stabilit prin schema logica fig.2
Măsuri de mentinere a platformei în stare uscată (dacă este cazul)	Dacă este stabilită prin proiect cerința trebuie îndeplinită					Executant Diriginte de santier	Dacă trebuie aplicat, pentru lipsă se acordă punctaj 1
Verificare retrasare generala fundatii inainte de armare si cofrare, / Proces Verbal	"Plan = +/- 25 mm; Inalt. = +/-20 mm"(4), (5), (6)					Executant Diriginte de santier Proiectant	Se aplică algoritm similar cu cel stabilit prin schema logica fig.2

PUNCTAJ (media aritmetica coloana 8)

Utilizând următoarea schemă logică poate fi făcută în limbajul C++ o aplicație în care introducând lungimea măsurată (Lmas), lungimea proiectată (Lpr) și panta terenului (PANTA) putem determina punctajul.

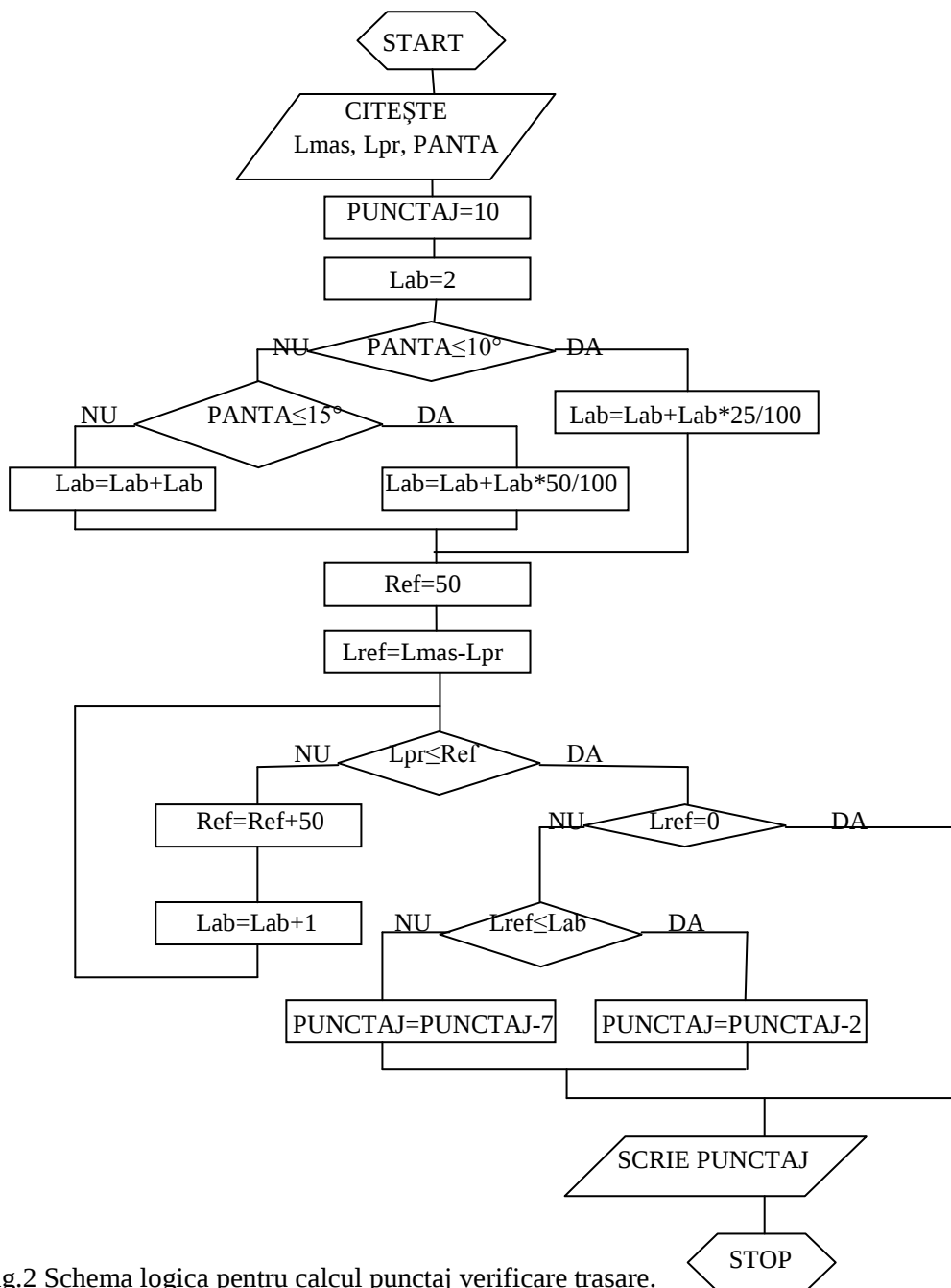


Fig.2 Schema logică pentru calcul punctaj verificare trasare.

Considerând ”7” punctajul minim pentru care poate fi acceptată o lucrare de construire, funcție de punctajul obținut, lucrările pot fi declarate corespunzătoare sau necorespunzătoare.

4. CONCLUZII

Calitatea lucrărilor de construire poate fi și măsurată. Investitorul, care de cele mai multe ori nu este un specialist în construcții, poate să-și fundamenteze decizia privind recepția, cumpărarea sau încredințarea unor lucrări de construire unui anume executant, pe baza punctajelor existente la documentația existentă la Cartea tehnică a construcției.

Bibliografie

- (1) *** Legea nr.10/1995 privind calitatea în construcții, republicată, cu modificările și completările ulterioare- Monitorul oficial, 1995
- (2) Velicu Cristian- Cladiri- Editura Expertilor Tehnici, 2007, ISBN 973-87988-0-9
- (3) ***Legea nr.50/1991 privind autorizarea lucrărilor de construcții, republicată, cu modificările și completările ulterioare- Monitorul oficial, 1991
- (4) ***C56/1985, Normativ pentru verificarea calității și recepția lucrărilor de construcții și instalații aferente, ICCPDC, 1986
- (5) ***NE012/2-2010, Normativ pentru producerea betonului și executarea lucrărilor din beton, beton armat și beton precomprimat- executarea lucrărilor din beton- Monitorul oficial, 2010
- (6) ***C169/1988, Normativ privind executarea lucrărilor de terasamente pentru realizarea fundațiilor construcțiilor civile și industriale- Buletinul construcțiilor, 1988
- (7) ***C159/1989, Instrucțiuni tehnice pentru cercetarea terenului de fundare prin metoda penetrării cu con, penetrare statică, penetrare dinamică, vibropenetrare- Buletinul construcțiilor, 1989

Factori de influență a productivității globale în construcții

Dumitrescu Bogdan

doctorand, Facultatea de Construcții și Instalații Iași, bogdan.dumitrescu2104@gmail.com

Rezumat

Obiectivul prezentei lucrări constă în evaluarea nivelului de productivitate globală în construcții, identificarea cauzelor pierderii eficienței economice și efectele acesteia asupra proiectării, construcției și exploatarei.

Alegerea tematicii este determinată de nevoia eficientizării procesului de construcție cât și de necesitatea îmbunătățirii metodelor de exploatare și administrare a clădirilor în acord cu cerințele investitorilor, utilizatorilor, cu atenția pentru modul de folosire a resurselor, în contextul actual, în care există progrese tehnice prea puțin cunoscute de către o mare parte a factorilor implicați. Studiul se realizează în baza datelor statistice oferite de Eurostat, Institutul Național de Statistică și a unui chestionar realizat de către autor și care a fost adresat tuturor categoriilor de participanți la procesul de construire și exploatare.

Cuvinte cheie: productivitate, ciclul de viață al clădirii, model informațional al construcției.

1. INTRODUCERE

În vederea elaborării unei metodologii pentru utilizarea modelului informațional, se urmărește, în această etapă, realizarea unei sinteze documentare cu privire la cauzele pierderii de productivitate în construcții, identificarea modalităților prin care se poate îmbunătăți eficiența și descrierea, pe scurt, a stadiului actual al cercetării în domeniu.

Productivitatea se definește, pe scurt, ca fiind randamentul, eficacitatea cu care sunt utilizați factorii de producție și se exprimă ca raportul dintre volumul producției și factorul / factorii utilizați în obținerea sa. Producția poate fi cuantificată în unități fizice sau monetare, în timp ce factorii utilizați pot fi unități naturale, convenționale sau valorice.

Analiza economică urmărește două forme ale productivității – parțială (în situația implicării unui singur factor de producție, ca de exemplu timpul “T”) sau globală (ce se referă la implicarea tuturor factorilor de producție).

Productivitatea (W) parțială se poate exprima prin formula $W=Q/T$, în situația în care se realizează raportul între volumul de muncă (Q) și unitatea de timp (T).

Productivitatea globală ține seama de toți factorii implicați în procesul de producție.

La nivel macro – factori ce produc efecte similare pe întreaga piață a construcțiilor, de care sunt responsabile organele statului sau ale Uniunii Europene. Printre aceștia se numără:

- Factori legislativi - legislația în domeniul construcțiilor, legislația muncii;
- Factori macro-economici - nivelul de taxare și impozitare, predictibilitatea economiei;
- Factori de decizie politică și comerciali, la nivel național și internațional - randamentul muncii în alte state, relațiile comerciale și politice între acestea.

La nivel micro – factori care țin de managementul organizației private. La acest nivel sunt mai ușor de identificat soluții în vederea creșterii productivității. Sporirea eficienței unei companii din domeniu va atrage după sine acțiuni similare sau inovative din partea concurenței. În această categorie se identifică:

- Factori tehnico-economici – nivelul dotării tehnice și calitatea în managementul activității;
- Factori sociali – nivelul de pregătire profesională a lucrătorilor, relația între angajat și angajator;
- Factori psihologici și psiho-sociali – motivația financiară și climatul locului de muncă.

Factori naturali – care impun limitări fizice și pot fi ușor ameliorați prin progres tehnic și investiții suplimentare. Printre aceștia:

- Așezare geografică;
- Condiții de sol;
- Factori de climă.

Prezenta lucrare are în vedere problematica productivității globale, urmărind factorii de influență atât la nivel macro cât și micro. Factorii naturali se consideră a fi cunoscuți și invariabili.

2. METODE DE CERCETARE

2.1. Evoluția producției în construcții conform EUROSTAT și INS

Potrivit indicatorilor Eurostat, în raportul cu numărul 47/2017 din data de 17.03.2017, se observa o scădere a pieței construcțiilor în luna ianuarie 2017 față de aceeași perioadă a anului 2016 cu 6,2% în zona Euro și cu 3,3% la nivelul întregii Uniuni Europene.

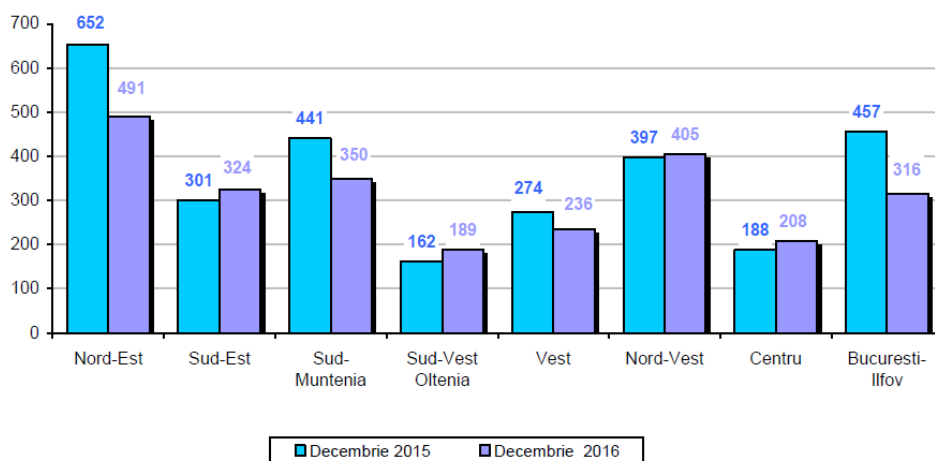
La nivelul țării noastre, conform datelor oferite de Institutul Național de Statistică în comunicatul de presă cu numărul 46 din 28 februarie 2017, în luna ianuarie 2017

s-au eliberat cu 9,2% mai multe autorizații de construire pentru clădiri rezidențiale decât în aceeași perioadă a anului trecut. Având în vedere numărul redus de clădiri administrative autorizate în aceste perioade, nu putem vorbi de o statistică la acest nivel. Pentru capitolul “alte clădiri” se observă, de asemeni, o creștere (Tabelul 1).

Tabel 1. Autorizații de construire eliberate în lunile ianuarie 2016, respectiv ianuarie 2017

	Autorizații pentru clădiri rezidențiale		Autorizații pentru clădiri nerezidențiale			
			Clădiri administrative		Alte clădiri	
	ian.2016	ian.2017	ian.2016	ian.2017	ian.2016	ian.2017
TOTAL	1429	1561	8	4	273	302
Mediul urban	544	605	5	1	130	122
Mediul rural	885	956	3	3	143	180

Totuși, această creștere nu este una constantă, având în vedere faptul că, potrivit aceluiași Institut Național de Statistică, în luna anterioară, decembrie 2016, s-au eliberat cu 5,7% mai puține autorizații de construire pentru clădiri rezidențiale decât în luna noiembrie și cu 12,3% în scădere față de decembrie 2015 (Graficul 1).



Grafic 1. Autorizații de construire eliberate în decembrie 2015, respectiv decembrie 2016 (sursa www.insse.ro)

2.2. Sondaje de opinie

În continuarea cercetării s-a realizat un chestionar adresat investitorilor, beneficiarilor, proiectanților, constructorilor, fabricanților și reprezentanților autorităților publice în vederea identificării cauzelor pierderii de productivitate. Acesta a conținut o secțiune de întrebări cu adresabilitate generală și secțiuni ce vizau diferite categorii de persoane implicate în procesul de construcție. S-a solicitat validarea unor afirmații prin alegerea, pe o scară de la 1 la 5, unde 1 reprezintă dezacordul total iar 5 acordul total. S-au obținut astfel următoarele valori medii:

Nivelul de productivitate

1	<i>Productivitatea globală în construcții este în creștere.</i>	2,9
2	<i>Se observă o creștere și în calitatea estetică și funcțională a construcțiilor, în gradul de siguranță, confort și eficiență energetică.</i>	3,2
3	<i>Există o bună comunicare între factorii implicați în procesul de proiectare și realizare a investiției.</i>	2,9
4	<i>Termenele de predare a documentațiilor și termenele de execuție sunt realiste și sunt respectate, astfel încât se asigură o bună predictibilitate a costurilor și a profitului.</i>	2,5

Cauzele pierderii de productivitate

5	<i>Documentațiile incomplete și slaba coordonare între proiectele de specialitate, estimările de cost imprecise sunt cauze majore ale pierderii productivității în construcții.</i>	4,5
6	<i>Lipsa de comunicare între beneficiar, proiectant și autorități publice, alături de procedurile de avizare greoaie reprezintă cauze majore ale pierderii productivității în construcții.</i>	4,1
7	<i>Lipsa unor tehnologii de lucru moderne și slaba pregătire a lucrătorilor sunt cauze importante ale pierderii productivității.</i>	3,9
8	<i>Variatatea redusă a materialelor și echipamentelor de pe piață, ambiguitatea specificațiilor prezentate de producători/comercianți, absența unor standarde de informații ce le pot face comparabile, termene de livrare îndelungate și costuri logistice mari sunt toate cauze ale scăderii productivității.</i>	3,3

3. REZULTATE ȘI INTERPRETĂRI

3.1. Conform datelor statistice

Sintetizând aceste rezultate se observă o scădere anuală a pieței de construcții, atât la nivel european cât și național. Ținând cont de faptul că cererea este în continuă

creștere, nu se poate trage decât concluzia că profitabilitatea în domeniul construcțiilor este tot mai puțin satisfăcătoare.

Profitabilitatea se consideră a fi în strânsă legătură cu productivitatea, iar aceasta din urmă este influențată de trei aspecte esențiale: timp (durata de proiectare, autorizare și execuție), costuri (legate de proiectare, execuție și exploatare) și calitate. Investitorii tind să își păstreze rata de profitabilitate și astfel fac uneori compromisuri în detrimentul calității și al siguranței construcției. Alternativa poate fi utilizarea eficientă a materialelor, resurselor și forței de muncă printr-un mai bun management la nivel global.

S-au realizat cercetări ce indică faptul că până la 25% din costurile finale al construcției pot fi reduse prin simplificarea proceselor de proiectare / execuție și un management mai eficient al proiectelor prin intermediul adoptării unui sistem de lucru comun, modern și accesibil tuturor părților, ce este util pe întreg ciclul de viață al clădirii.

3.2. Studiul opiniei publice

Punctajul obținut pentru **prima afirmație** indică dezacordul asupra afirmațiilor formulate și vine în sprijinul concluziei anterioare, bazate pe statisticile EUROSTAT și INS, conform cărora productivitatea în construcții este în scădere.

Întrebările 5-8 sunt menite să pună în ordine cauzele majore ale pierderii de productivitate.

Prin punctajul obținut pentru **afirmația cu numărul 5** se identifică principalele cauze ale pierderii de productivitate ca fiind constituite de *documentațiile incomplete și slaba coordonare între proiectele de specialitate, estimările de cost imprecise*. Proiectarea CAD în software-uri incompatibile în privința exportării conținutului grafic și informațional face ca proiectanții celorlalte specialități să aloce mult timp pentru modificări și să prefere, de multe ori, să ofere beneficiarului / constructorului documentații tehnice necoordonate, urmând ca aceștia din urmă să realizeze improvizații în șantier.

Afirmația cu numărul 6 acuză comunicarea dificilă cu organele de avizare și autorizare. Întârzierile în această etapă au un impact major asupra factorului de timp și implicit asupra profitabilității investiției. În acest sens se poate propune un sistem informatizat de verificare a proiectelor de către autorități. Au existat intenții, din partea acestora din urmă de a elibera Autorizațiile de Construire online, fără ca acestea să își găsească, până la momentul de față, o finalitate. Un exemplu în acest sens este dovada de luare în evidență a proiectului eliberată online de către Ordinul Arhitecților din România, în baza depunerii documentelor solicitate în aceeași manieră.

4. CONCLUZII

Principalele cauze ce stau la baza productivității scăzute în construcții, a lipsei de eficiență, sunt:

a) Durată îndelungată de elaborare a proiectelor, realizarea unor documentații tehnice incomplete.

- Lipsa unui “limbaj” comun în proiectare, slabă coordonare între proiectanții de specialitate ce folosesc programe incompatibile cu celelalte părți implicate în proiect face ca o modificare ce în aparență pare minoră să atragă după sine întârzieri și costuri considerabile din partea celorlalte specialități.
- Apar astfel erori din faza de proiect ce vor trebui ameliorate în etapa de execuție, de cele mai multe ori prin improvizații de slabă calitate.
- Timpul alocat modificărilor de formă ale proiectului înseamnă mai puțin timp pentru documentare și detalieri.

b) Legislație ambiguă în domeniu, proceduri de avizare și autorizare greoaie.

- Documentațiile de urbanism (PUG, PUZ, PUD) nu își mai îndeplinesc scopul ci sunt mai degrabă formalități de durată pentru obținerea unor coeficienți urbanistici favorabili investitorului.
- Supunerea spre aprobare a documentației tehnice către diverși avizatori, sub diverse forme ale acesteia, impuse de către furnizori de utilități, comisii de specialitate și autorități ale statului, fiecare cu propriul set de cerințe, perioade lungi de așteptare și lipsă totală de comunicare între aceștia.
- Proceduri de autorizare dificile, lipsite de transparență și argumentare de specialitate, făcute în baza unor documentații pe suport fizic, de hârtie, greu de verificat, de multe ori de către persoane fără studiile sau experiența de lucru necesare.

c) Erori în planificarea desfășurării investiției.

- În lipsa unui grafic realist ce ține seama de proceduri de lucru corecte, de disponibilitatea materialelor și a resurselor necesare (inclusiv cea umană), de factori naturali cunoscuți și de evenimente neprevăzute, este foarte probabilă înregistrarea de întârzieri ale termenelor de dare în exploatare și implicit costuri suplimentare ce afectează productivitatea.

d) Estimări de costuri greșite.

- Fără o documentare corespunzătoare asupra prețurilor actuale practicate de producători și furnizori de materiale și echipamente dar și de constructori nu se pot face estimări realiste.
- Liste de cantități de lucrări incomplete rezultă în documentații economice de slabă calitate, de multe ori realizate în baza unor norme de devize vechi, neconforme cu tehnologiile actuale. La acestea se adaugă lipsa de participare a

furnizorilor de materiale și a constructorilor. În special în cazul investițiilor publice sau finanțate prin fonduri europene sau credite, aceste situații duc la blocaje majore odată cu depășirea bugetului alocat.

În continuarea demersului de identificare a cauzelor scăderii productivității se va propune o metodologie de implementare a unui model informațional în managementul construcțiilor din România ce vizează standardizarea formei de prezentare și conținutul-cadru al proiectelor, îmbunătățirea procesului de verificare, avizare și autorizare și standardizarea datelor privitoare la principalele caracteristici ale elementelor de construcție, ale materialelor și echipamentelor.

Acest model informațional este deja cunoscut sub numele de Building Information Modeling (BIM) și este procesul de creare și utilizare a unor informații coordonate, consecvente și calculabile pe parcursul proiectării construcției și utile pe întreg ciclul său de viață.

BIM nu este un software. BIM este un proces de lucru care permite accesul imediat la informațiile legate de proiect, liste și costuri, informații care sunt de înaltă calitate, sigure, integrate și complet coordonate. BIM se adresează fiecăreia dintre cele trei faze ale ciclului de viață a clădirii – proiectare, construcție și gestionare.

Bibliografie

1. K. Pramod Reddy (2012), *BIM for Building Owners and Developers–Making a Business Case for Using BIM on Projects*, John Wiley & Sons Inc., Hoboken, New Jersey, ISBN 978-0-470-90598-2
2. Dozzi, S.P.; AbouRizk, S.M. - University of Alberta (1993), *Productivity in Construction*, Institute for Research in Construction, Ottawa, Ontario, Canada, ISBN 0-662-21134-0
3. Eurostat Euroindicators, *Comunicat de presă nr. 47/2017* - 17 martie 2017
4. Institutul Național de Statistică, *Comunicat de presă nr. 46/2017* - 28 februarie 2017

Cauzele degradării betonului și betonului armat utilizat în construcția rezervoarelor de apă

Filip Alexandru

doctorand, Facultatea de Construcții și Instalații Iași, filipalexandru91@gmail.com

Rezumat

În domeniul ingineriei civile, cunoașterea cauzelor, a acțiunilor și a factorilor ce duc la degradarea betonului și a betonului armat prezintă o importanță excepțională deoarece acestea influențează direct și indirect caracteristicile fizice, mecanice și chimice ale elementelor structurale. Pe lângă îndeplinirea unor condiții de calitate și norme tehnice, toate aceste trăsături cunoscute au la bază noțiunea de durabilitate.

Durabilitatea betonului poate fi definită ca fiind capacitatea acestuia de a-și păstra proprietățile fizico-chimice și mecanice în timp la acțiunea distructivă și agresivă a mediului exterior, care provoacă degradări uneori distrugerii a elementelor de construcții

Cuvinte cheie: durabilitate, beton, proprietăți,

1. INTRODUCERE

Importanța studiului degradării betonului la rezervoarele de apă este înaltă deoarece simpla prezență a apei coroborată cu diverse reacții fizico-chimice favorizează apariția degradărilor în elementele structurale și nestructurale. Prin caracteristicile lor de funcționare, dimensiuni și modul de alcătuire în contactul cu un mediu agresiv aceste fenomene evoluează pe termen lung. Pentru a asigura o durabilitate corespunzătoare în concordanță cu mediul ambiant se va lua în calcul o acoperire corespunzătoare a stratului de beton, atât în grosime, cât și prin calitatea acestuia.[5]

Principalele cauze ce influențează într-o manieră negativă durabilitatea betonului sunt reprezentate de coroziunea chimică a betonului, gelivitatea, reacția agregatelor cu cimentul, abraziunea, carbonatarea, eforturile interne, solicitările exterioare, etc. Aceste cauze sunt generate adesea de deficiențele calitative ale betonului și sunt influențate de condițiile ambientale asupra cărora este expusă construcția.

Fenomenele de degradare adeseori au un caracter progresiv și se manifestă sub diverse forme. Măsurile de protecție suplimentară fac referire la alegerea unor

cimenturi și aditivi speciali, adoptarea unor tehnologii speciale de compactare a betonului sau impermeabilizarea betonului prin tratarea acestuia.

2. REZERVOARE DE APĂ – SCURT ISTORIC

Rezervoarele de apă reprezintă acea categorie de construcții folosite pentru înmagazinarea apei potabile. De prin simpla lui construcție și al său rol, funcțiunile unui rezervor de apă sunt următoarele: [1]

- Asigurarea unei rezerve de apă suficiente pentru avarii, calamități sau cazuri de incendiu;
- Distribuirea într-o anumită perioadă de timp a unui debit superior celui furnizat în același timp de către o sursă de apă;

În ceea ce privește amplasamentul rezervorului, alegerea acestuia are numeroase implicații asupra dimensionării celorlalte obiecte. În acest scop se vor întocmi scheme tehnologice corespunzătoare, alegându-se varianta cea mai optimă.

De asemenea, în ceea ce privește alegerea rezervoarelor și a amplasamentului trebuie să se acorde o atenție sporită problemelor de natură geotehnică. Alegerea mărcii betonului se va face în conformitate cu condițiile geotehnice ale terenului și se va ține cont de caracteristicile acestuia. De exemplu, terenurile care sunt instabile sau au o capacitate portantă redusă, terenuri mlăștinoase, terenuri cu apă subterană deasupra radierului. Sunt doar câteva exemple care ilustrează alegerea tipului de beton pentru construcția unui rezervor de apă.[1]

În trecut, betonul era considerat un material "indestructibil". Acest lucru a condus la ignorarea unor aspecte tehnico-calitative în ceea ce privește compoziția sa. Rezultatul este acela că după o perioadă timp scurtă, începeau să apară semne evidente de degradare.

Odată cu evoluția betonului armat, s-au elaborat diverse metode de stocare a apei sau a altor lichide în interiorul unor rezervoare care acoperă o arie largă de deservire a populației. Caracteristicile betonului au făcut ca acesta să devină principalul material de construcție ce este folosit în execuția rezervoarelor. Pe lângă avantajele nenumărate care le prezintă betonul utilizat ca material în construcția rezervoarelor, apar și factori ce duc la degradarea acestuia. Printre aceștia vom enumera coroziunea betonului și a armăturilor, durata îndelungată de exploatare, degradări de natură mecanică, etc.



Fig. 1. Rezervor degradat din beton armat

3. COROZIUNEA BETONULUI

3.1. Generalități

Coroziunea este un fenomen natural, prin care se înțelege degradarea superficială sau în profunzime a unui material sub acțiunea factorilor chimici din mediul înconjurător. Fenomenul de coroziune este generat de interacțiunile naturale, condițiile de mediu și un material. Coroziunea este un fenomen natural, ce nu poate fi suprimat, ci doar încetinit. Fiecare tip de interacțiune este separat, dar adeseori cumulat duc la degradarea proprietăților materialului care este afectat. [9]

Ca orice material, fie că vorbim de betonul simplu, betonul armat sau betonul precomprimat este supus multitudinii de interacțiuni din mediul exterior. Pentru asigurarea unei durate cât mai îndelungate a betonului trebuie luate în considerare toate acțiunile chimice, fizice și biologice. Durabilitatea unei construcții reprezintă abilitatea acesteia de a menține caracteristicile de rezistență și funcționalitate optime pe durata de viață.

Coroziunea betonului are ca rezultat reacția dintre ciment și mediul înconjurător. Această reacție produce degradări în structura betonului, dar și a mediului înconjurător. [4]

3.1.1. Coroziunea de tipul I

Se produce în urma dizolvării transformării unor componenți mineralogici ai cimentului. În urma transformării, se formează un amestec de geluri de consistență moale. Acest tip de coroziune apare în interiorul rezervoarelor de apă realizate din

beton armat. O altă cauză, este reprezentată de acțiunea mediului exterior bogat în dioxid de carbon.

3.1.2. Coroziunea de tipul II

Se manifestă prin precipitarea unor geluri formate din substanțele agresive și are loc ca rezultat al unei reacții de schimb. Această reacție are loc între compușii ușor solubili din piatra de ciment și soluția agresivă. Agenții agresivi sunt grăsimile, soluțiile de săruri de magneziu care se dizolvă și se elimină din beton. Ca urmare, structura betonului devine mai poroasă și rezistența mecanică se micșorează.

3.1.3. Coroziunea de tipul III

Reprezintă rezultatul atacului anumitor săruri este însoțită de fenomene de expansiune în masa pietrei de ciment. În primul rând, se observă o întărirea a betonului și formarea unor compesi cristalizați. Acești compuși au tendința de a îmbunătăți densitatea betonului. Cristalele de sulfato-aluminat de calciu și de sulfat de calciu hidratat, ca urmare a acțiunii sulfatice au tendința să crească și să expandeze. În consecință, tensiunile interne rezultate în urma reacțiilor produse de componentii pietrei de ciment și sulfati duc la expulzia betonului și distrugerea lui.

4. COROZIUNEA ARMĂTURII

Coroziunea armăturii începe datorită procesului de carbonatare. Carbonatarea reprezintă un fenomen ce presupune formarea acidului carbonic, care atacă pasta de ciment cauzând în cele din urmă blocarea porilor din beton. În condiții obișnuite de exploatare, armătura este bine protejată în mediul alcalin al betonului. Armătura este protejată prin formarea la suprafață a unei pelicule microscopice de oxid. [4]

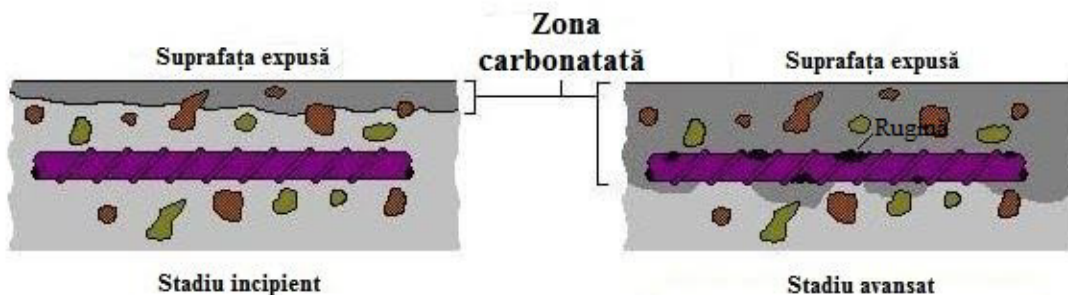


Fig. 2. Mecanismul de corodare a armăturii

În urma carbonatării stratului de acoperire cu beton, în lungul armăturii se creează un potențial electric diferențiat. Oxigenul ajunge la armătură prin difuzie prin stratul de acoperire. Apa acționează ca soluție de electrolit. Acest proces constituie coroziunea electrochimică a armăturii de oțel.

În urma acestor serii de reacții se produce rugină. [9] Producerea ruginii este un fenomen expansiv, ajungând până la desprinderea betonului de pe armătură. Acest fenomen este cu atât mai periculos, un factor important fiind dat de diametrul barelor de armătură. Secțiunea de armătură se reduce cu cât diametrul este mai mic. Coroziunea armăturii se accelerează în timp înțefude mediul ambiant, concentrația și tipul agenților agresivi.

5. CAUZELE DEGRADĂRII BETONULUI ȘI BETONULUI ARMAT

Cauzele care pot duce la deteriorarea elementelor de beton pot fi clasificate astfel:

- Cauze externe - de natură fizică (variația de temperatură, umiditate variată)
 - de natură chimică (date de acțiuni ale lichidelor toxice, săruri)
 - de natură mecanică (solicitări exterioare)
 - de natură tehnologică (punerea necorespunzătoare în opera)
- Cauze interne - reacții alcali – agregate
 - variații de volum

5.1. Carbonatarea

Gravitatea acestui fenomen este strâns legată de calitatea betonului, de grosimea stratului de beton și de gradul de compactare. Acest proces întotdeauna depinde de natura apelor. Degradarea betonului se produce într-un mod gradual, întinzându-se pe o perioadă de timp îndelungată. Fenomenul de carbonatare este influențat de o reducere a pH-ului betonului. [2]

De asemenea, carbonatarea este un tip special de atac asupra betonului. Aceasta implică reacția dioxidului de carbon cu hidroxidul de calciu și are loc pe toată suprafața de beton expusă în condiții atmosferice.

Gradul de umiditate la care începe efectiv procesul de carbonatare este relativ mic, de 50%. Pe de o parte, atunci când umiditatea tinde să crească, în procente relative de 80-85%, procesul de carbonatare încetinește. Pe de altă parte, prezența unui gradient mare de temperatură al betonului este evidențiat de o carbonatare intensă și accelerată. Acest lucru se datorează faptului că acest fenomen implică circulația vaporilor de apă de la partea caldă spre partea mai rece.

Acest fenomen apare și se extinde pe o perioadă relativ lungă de timp, fiind vorba de aproximativ doi ani.



Fig. 3. Carbonatarea betonului

5.2. Gelivitatea

Gelivitatea, este o caracteristică a materialului și reprezintă numărul de cicluri îngheț-dezghet la care este supus betonul. Aceasta acțiune survine în special în timpul exploatării construcțiilor pe perioadele de iarnă. Acest fenomen apare datorită eforturilor interne ce apar ca urmare a măririi volumului apei înghețate din pori și fisuri. Consecința ulterioară este mărirea permeabilității la apă, micșorarea modului de elasticitate și a rezistențelor mecanice. Datorită conținutului de apă din structura sa și a porozității deschise, betonul este un material geliv care suferă degradări în urma înghețului. Prin îngheț apa își modifică volumul cu aproximativ 8-10 %. Alternanța ciclurilor îngheț – dezghet are ca rezultat accelerarea procesului de degradare al betonului. Această accelerare devine pronunțată în momentul în care betonul este mai poros, stratul de acoperire cu beton este redus și calitatea betonului este slabă.

Fenomenul deteriorării betonului în urma ciclurilor îngheț-dezghet apare din cauza unor efecte complexe care sunt induse de apariția unor tensiuni interne și de întindere. Aceste tensiuni sunt exercitate în urma înghețării apei din pori, și ulterior de contracția rezultată din variația de temperatură. Deteriorarea propriu-zisă a betonului se produce atunci când tensiunile interioare depășesc rezistența la întindere.

5.3. Solicitățile exterioare

Sub acțiunea unor solicitări exterioare (vânt, cutremur, etc.), betonul, fiind un material cu proprietăți fizico-mecanice specifice, prezintă deformări complexe.

Acestea pot fi de natură elastică, ce depind de compoziția și structura betonului, cât și plastice, care depind de natura, mărimea și durata încărcării.

Deformațiile au un caracter orientat, dezvoltându-se după direcția de acțiune a solicitării. Acest lucru permite analiza lor pe baza unei corelări dintre efortul unitar și deformația specifică. În structura betonului, apar modificări ulterioare date de solicitările exterioare ce sunt reflectate în aspectul graficului efort – deformație.

5.4. Permeabilitatea

Permeabilitatea betonului reprezintă fenomenul care se caracterizează prin ușurința cu care apa pătrunde în masa acestuia. Apa se infiltrează și circulă prin beton prin caverne, microfisuri și pori, cât și prin canalele capilare din piatra de ciment. Permeabilitatea este o proprietate determinantă pentru durabilitate. Un beton permeabil este mai susceptibil la apariția ciclului îngheț – dezgheț și la coroziune. Coroziunea se manifestă până la nivelul armăturilor, dacă facem referire la betonul armat.

De asemenea, un beton permeabil are un efect negativ asupra rezistenței mecanice și proprietăților sale de izolare termică. Pentru a realiza un beton cu o permeabilitate redusă, acesta trebuie să conțină cât mai puțini pori deschiși. Într-un mod similar, impermeabilitatea betonului poate fi mărită prin aplicarea factorilor de care depinde compactitatea acestuia.[5]

5.5. Curgerea lentă

Curgerea lentă este fenomenul de deformare a unui element de beton încărcat în timp cu o sarcină constantă de lungă durată. Acest fenomen se manifestă la scurtă vreme după ce s-a aplicat încărcarea.[3] Cele mai evidente deformări în elementul de beton apar la începutul aplicării sarcinii asupra elementului. Fenomenul de curgere lentă al betonului este influențat de doi factori majori: gradul de umiditate al betonului și valoarea sarcinii aplicate.

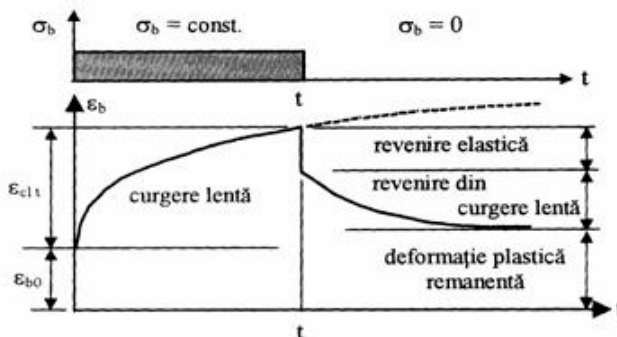


Figura 6. Deformația de curgere lentă a betonului

5.6. Variația de temperatură

Diferența de temperatură privind variațiile zilnice și sezoniere ale temperaturii aerului produc fluctuații termice în elementele de beton ale unei structuri. O consecință ulterioară a acestor efecte o reprezintă dilatarea și contracția termică. Principalele sale manifestări sunt date de diferențele de temperatură exterioară, variațiile termice dintre partea interioară și cea exterioară a betonului. [3]

5.7. Reacția alcali – agregate

Reprezintă un tip de reacție dintre agregat și piatra de ciment care constă în prezența unor efecte în anumite condiții. În acest mod diferite agregate utilizate la prepararea betonului pot avea un comportament activ în reacție cu alcalii din componența cimentului. Din această cauză, se poate ajunge la distrugerea betonului. [3]

6. CONCLUZII

Factorii de degradare ai betonului sunt nenumărați, iar pentru a respecta normele tehnice și cerințele de calitate în vigoare, încă de la început trebuie ținut cont de toate acțiunile mediului ambiant și în funcție de cauzele ce conduc la degradarea betonului trebuie să se aleagă cea mai bună soluție.

În ceea ce privește studiul degradării la structurile hidrotehnice, cu precădere, în ceea ce privește rezervoarele și alegerea betonului trebuie identificați cât mai exact factorii și acțiunile care conduc la degradarea acestuia. În acest sens, se vor alege cimenturi și aditivi speciali, adoptarea unor tehnologii speciale și identificarea exactă a deficiențelor calitative din structura betonului.

Bibliografie

1. Pislărașu I., Rotaru N., Teodorescu M., *Alimentări cu apă*, București, Editura Tehnică, 1981
2. Cadar I., Clipii T., Tudor A., *Beton armat*, Editura Orizonturi Universitare, Timișoara, 2004
3. Petru M., *Proiectarea construcțiilor din beton armat*, Editura Societății Academice "Matei-Teiu Botez", 2009
4. Ilinoiu G., *Controlul calității betoanelor*, București, 2004
5. Teoreanu I., Moldovan V., Nicolescu L., *Durabilitatea Betonului*, Editura Tehnică, 1982
6. Teodorescu M., Ilinoiu G., *Protecția anticorozivă a armăturilor I – Fenomenul de coroziune al armăturilor de oțel. Nr. 3, Antreprenorul*, 2000
7. <http://www.revistaconstrucțiilor.eu/index.php/2008/02/28/coroziunea-betonului-i-cauze-si-fenomene>
8. <http://civildigital.com/freeze-thaw-damage-concrete-effects-preventive-measures/>

Ansambluri de locuințe individuale: Concept. Structură. Forme de organizare în plan

Gazea Andrei

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

Rezumat

Lucrarea de față aduce în discuție aspecte generale cu privire la conceptul de „locuință individuală” respectiv „ansamblu de locuințe individuale”, evoluția și răspândirea lor precum și caracteristicile acestora din punct de vedere tehnic și funcțional. Obiectivul principal este de a sublinia că forma în plan a locuințelor individuale respectiv a ansamblurilor de locuințe individuale, amplasarea, proiectarea sau execuția acestora sunt aspecte aflate în strânsă legătură cu anumite criterii restrictive precum: modalitatea de asigurare a utilităților, natura sau forma amplasamentului, condițiile socio-economice.

Cuvinte cheie: locuință individuală, ansamblu de locuințe individuale, criterii restrictive, utilități, forma de organizare în plan.

1. INTRODUCERE

Încă din cele mai vechi timpuri, locuința constituie un aspect esențial ce satisface necesitățile de bază ale omului, în egală măsură cu îmbrăcămintea și hrana conform figurii 1.(Ciornei, 2000)

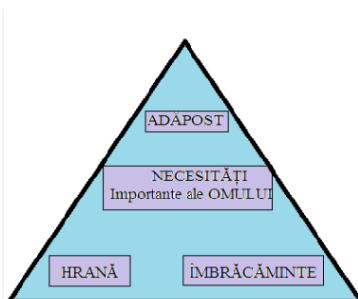


Fig. 1. Necesitățile importante ale omului. Clădire-adăpost

În contextul actual, este absolut obligatoriu ca fiecare individ sau familie să aibă acces la o locuință și bineînțeles la calitatea și confortul pe care o locuință le asigură. Pornind de la acest aspect esențial al vieții, individul își poate exercita toate celelalte drepturi și obligații fundamentale din viața de zi cu zi. (A. Dan, 2003).

Conform legii locuinței nr. 114/1996, definim locuința sau unitatea de locuit ca fiind „unitatea funcțională, construcție de sine stătătoare sau componentă a unei construcții, formată din una sau mai multe camere de locuit situate la același nivel al clădirii sau la niveluri diferite, cu dependențele, dotările și utilitățile necesare, având acces direct sau servitute de trecere și intrare separată și care a fost construită sau transformată în scopul de a fi folosită, de regulă, de o singură gospodărie, pentru satisfacerea cerințelor de locuit”. Clădirile de locuințe sau locuințele sunt clasificate în normativul NP 057-02 „Normativ privind protecția clădirilor de locuințe” funcție de zona teritorială ca fiind locuințe urbane și locuințe rurale. În cadrul aceleiași act normativ, funcție de modul de locuire, clădirile de locuințe sunt clasificate ca fiind unifamiliale (individuale), pentru o singură familie, semicolective, acestea fiind locuințe pentru mai multe familii (mai multe locuințe) cu acces individual și lot utilizat în comun și locuințe colective ce se caracterizează prin faptul că sunt destinate mai multor familii (mai multe locuințe) cu acces și lot folosit în comun.

2. ACTUALITATEA DEZVOLTĂRII ANSAMBLURILOR DE LOCUINȚE INDIVIDUALE. RĂSPÂNDIRE LA NIVEL NAȚIONAL

Pornind de la cele amintite anterior, prin definiție și analogie, putem spune că unitatea de bază a ansamblului de locuințe individuale o reprezintă locuința unifamilială (individuală) iar noțiunea de „ansamblu” reprezintă de fapt modul de poziționare al acestor locuințe pe un amplasament, acces și folosire al spațiilor comune de către proprietari și nu în ultimul rând organizarea administrativă a acestora. În acest sens, prin OUG nr 210/2008, se completează Legea locuinței nr. 114/1996 prin definirea în sens general a noțiunii de „condominiu”, fie că vorbim despre locuințele situate în clădiri tip bloc de locuințe fie că este vorba despre locuințe individuale amplasate în curți comune sau în oricare alte forme de proprietăți bine delimitate. Conform acestui act normativ, condominiul reprezintă „imobilul format din teren cu una sau mai multe construcții, din care unele proprietăți sunt comune, iar restul sunt proprietăți individuale pentru care se întocmesc o carte funciară colectivă și câte o carte funciară individuală pentru fiecare unitate individuală aflată în proprietate exclusivă, care poate fi reprezentată de locuințe și spații cu altă destinație, după caz.” (OUG 210/2008).

Sintetizând aceste aspecte, când discutăm despre ansambluri de locuințe individuale, ne referim atât la clădirile tip bloc de locuințe cât și la zonele rezidențiale alcătuite din case de locuit.

În context național, conform Institutului Național de Statistică (INS) 2016, în ceea ce privește fondul de locuințe analizat pentru anul 2015, se poate spune că acesta dezvoltă trendul ascendent din ultimii ani în condițiile în care comparativ cu anul 2014, la finele anului 2015 fondul de locuințe a înregistrat o creștere cu 0,5 %, mai exact cu 41,5 mii de locuințe mai mult.

Funcție de mediul de rezidență, INS arată că la finalul anului 2015, 54,2 % din numărul locuințelor cu proprietate majoritar privată sunt situate în mediul urban, în timp ce 45,8 % în mediul rural conform figurii 2.



Fig. 2. Ponderele fondului de locuințe cu proprietate majoritar privată, pe medii de rezidență, sursa: INS 2016

Din numărul total de locuințe finalizat în 2015, funcție de numărul de niveluri al clădirilor, 59 % sunt situate în clădiri cu regim de înălțime parter și un etaj, în contextul în care s-a construit mai intens în zonele rurale. Totuși în anul 2015, se observă o creștere cu 75,6 % în raport cu anul 2014 a locuințelor din clădirile cu 5 sau mai multe etaje așa cum este prezentat și în figura 3. (INS, 2016).

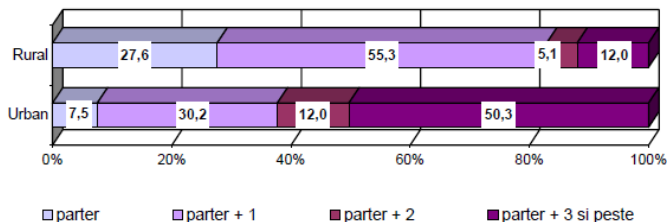


Fig. 3. Structura locuințelor terminate, pe medii de rezidență, după numărul de niveluri al clădirilor în anul 2015, sursa: INS 2016

3. CRITERII RESTRICTIVE PRIVIND ANSAMBLURILE DE LOCUINȚE INDIVIDUALE

3.1. Generalități

Din punct de vedere al amplasamentului și a organizării acestuia dar și din punct de vedere al funcționalului și al dotărilor, locuința individuală și, prin extensie, ansamblul de locuințe individuale, trebuie să satisfacă o serie de exigențe pentru confortul și siguranța beneficiarilor, exigențe ce sunt reglementate în actul normativ HG nr 525 din 27 iunie 1996. Astfel, echiparea edilitară a localității, procentul de ocupare a terenului, orientarea în plan și amplasarea în cadrul localității, accesele carosabile și pietonale, racordarea la rețelele publice de echipare edilitară existente, regimul de înălțime sau asigurarea parcajelor, sunt doar câteva dintre reperele de care dezvoltarea unui ansamblu de locuințe individuale trebuie să țină cont. (HG 525/1996)

3.2. Asigurare a utilităților

Conform HG 525/1996, autorizarea amplasării și execuției ansamblului de locuințe individuale se face doar dacă este posibilă racordarea la rețelele de apă, instalații de canalizare, energie electrică, gaze naturale sau rețele de telecomunicații existente. În caz contrar, dezvoltatorul sau beneficiarul lucrării, trebuie să asigure accesul la aceste utilități în sistem individual. Prin excepție, cu avizul autorității emitente a autorizației de construire, beneficiarul se va obliga să racordeze ansamblul de locuințe la rețeaua de apă sau canalizare, în momentul în care aceasta se va realiza. Trebuie menționat faptul că rețelele de apă și canalizare, de alimentare cu gaze naturale, cu energie electrică, de telecomunicații sau de drumuri publice, sunt proprietatea publică a unității teritoriale în care se află amplasamentul ce urmează a fi construit.

Din punct de vedere al asigurării utilităților pentru ansamblurile de locuințe individuale, un rol important îl joacă parcelarea amplasamentului întrucât, prin definiție, parcelarea constituie un proces de divizare a unui teren în minim 4 loturi alăturate cu destinația construirii de noi locuințe (HG 525/1996). Putem afirma că parcelarea ocupă un rol important în ceea ce privește asigurarea utilităților pentru ansamblurile de locuințe individuale întrucât în cazul existenței unui număr mai mare de 12 loturi, parcelarea și execuția construcțiilor se autorizează numai dacă se adoptă de către beneficiar, o soluție de echipare colectivă a locuințelor. (HG 525/1996).

Conform studiului realizat de Institutul Național de Statistică în anul 2016 cu privire la situația fondului de locuințe existent la finele anului 2015, din punct de

vedere al gradului de dotare cu utilități al locuințelor, comparativ cu anul 2014, s-au făcut următoarele constatări: procentajul locuințelor dotate cu instalație electrică în 2015 este de 99,6% spre deosebire de anul 2014 în care valoarea era de 99,8%, 89,8% din numărul total de locuințe erau racordate în 2015 la rețeaua de apă curentă în comparație cu 88,1% în 2014, 77% având canalizare în 2015 spre deosebire de 74,4% în 2014 iar 84,1% sunt branșate la rețeaua de încălzire centrală în comparație cu un procentaj de doar 80,5% înregistrat în anul 2014. (INS, 2016).

Prin analiza comparativă pe medii de rezidență, se constată o discrepanță între mediul urban și cel rural din punct de vedere al dotării cu utilități a locuințelor, mai ales în ceea ce privește racordarea la rețeaua de apă și canalizare. Un exemplu ar fi acela că din numărul total de locuințe nou construite în anul 2015, 90,2% amplasate în mediul urban au canalizare față de doar 62,4% din mediul rural, aspect exemplificat și în figura 4. (INS 2016)

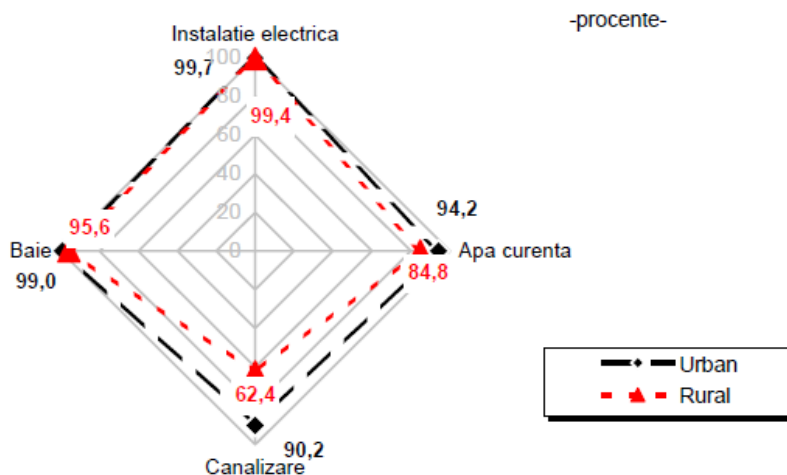


Fig. 4 Gradul de dotare al locuințelor terminate, în mediul urban și mediul rural, în anul 2015, sursa: INS, 2016

4. FORME DE ORGANIZARE ÎN PLAN A ANSAMBLURILOR DE LOCUINȚE INDIVIDUALE

Conform Institutului Național de Statistică, în ceea ce privește dezvoltarea fondului de locuințe pentru anul 2015, pe medii de rezidență, în ultimii ani, în mediul urban, dezvoltarea ansamblurilor de locuințe s-a făcut cu predilecție pe verticală (clădiri tip bloc de locuințe sau ansambluri de clădiri tip bloc de locuințe) în timp ce în zonele rurale sau în zonele limitrofe ale orașelor, dezvoltarea ansamblurilor de locuințe se face pe orizontală (ansambluri de locuințe individuale tip case).

În ceea ce privește conformarea (forma de organizare în plan) și amplasarea pe lot în acord cu normativul NP 057-02 „Normativ privind protecția clădirilor de locuințe”, clădirile de locuințe sunt clasificate astfel: locuințe izolate, poziționate izolat pe un amplasament, locuințe cuplate, organizate câte două la granița dintre două loturi, locuințe înșiruite, amplasate pe toată linia loturilor, clădiri tip covor, în formă de „U” sau „L” în raport cu lotul pe care sunt amplasate, poziționate pe limita mai multor loturi (două sau trei), cuplarea cu clădirile vecine nefiind o condiție obligatorie și nu în ultimul rând clădiri terasate, specifice terenurilor în pantă ce au ca trăsătură specifică apartamentele suprapuse, în retragere.

5. CONCLUZII

La baza dezvoltării ansamblurilor de locuințe individuale stă ca unitate funcțională locuința, a cărei conformări, prin extensie, funcție de exigențele și nevoia de confort a beneficiarului, oferă conformarea ansamblului.

Dezvoltarea ansamblurilor de locuințe individuale este în continuă expansiune în România, indiferent de mediul de rezidență la care ne referim (atât mediul urban cât și cel rural), diferența dintre acestea fiind modalitatea de dezvoltare: în mediul urban deosebit dezvoltarea pe verticală a ansamblurilor de locuințe în timp ce în mediul rural această dezvoltare se face pe orizontală, în acord cu terenul liber construibil.

În calitate de dezvoltator sau beneficiar, în contextul construirii unei locuințe sau al unui ansamblu de locuințe individuale, în vederea autorizării lucrărilor, trebuie să se țină cont în primul rând de accesibilitatea amplasamentului la rețelele de utilități publice. În cazul în care amplasamentul nu are acces la aceste rețele, accesul trebuie asigurat de către dezvoltator/beneficiar în regim individual, cu avizul unității emitente a autorizației de construire.

Conform studiilor statistice, din punct de vedere al accesului locuințelor la rețelele de utilități, spre deosebire de zonele rurale sau periurbane, în mediul urban este

mult mai ușor să se asigure accesul la toate aceste utilități datorită dezvoltării constante a acestor zone.

Funcție de mediul de rezidență, suprafața amplasamentului, modul de parcelare, rețeaua de utilități publice (apă, canalizare, gaze naturale, energie electrică) cât și a rețelei de drumuri publice conectate cu parcaje, ansamblurile de locuințe individuale se conformează astfel încât să respecte normele în vigoare, să fie avantajoase din punct de vedere economic (al investiției) și în egală măsură să satisfacă nevoile utilizatorilor.

Bibliografie

1. Ciornei Al, Cum concepem construcțiile civile, 2000, Iași, Editura Junimea, ISBN 973-37-0564-0;
2. Șerbănoiu I., Metode de organizare și programare în construcții, 2009, Editura Societății Academice Matei-Teiu Botez, Iași ISBN 798-793-8955-62-2
3. Adrian Dan, Accesul la locuire în România astăzi, în Calitatea vieții, XIV, nr 3-4, 2003, p 409-429, Editura Academiei Române, București, ISSN 1018-0389;
4. ***Institutul Național de Statistică, Fondul de locuințe anul 2015, 2016, ISSN 2066-0391;
5. ***Legea Locuinței nr 114/1996;
6. ***NP 057-02: Normativ privind protecția clădirilor de locuințe;
7. ***OUG 210/2008;
8. ***HG 525/1996: Regulament general de urbanism.

Considerații și exigențe ale proceselor ce contribuie la asigurarea calității în construcții

Grigorean Adrian

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

Rezumat

Lucrarea de față aduce în discuție aspecte generale cu privire la conceptul de „calitate în construcții” respectiv „proces ce contribuie la asigurarea calității în construcții”, evoluția și verificarea calității. De remarcat este faptul că pentru a obține în final calitate mai întâi trebuie creată și apoi controlată, în esență, influența repetării oricărei operații. Chiar dacă este făcută în condiții aproximativ identice, operația nu poate furniza aceleași rezultate și este necesar un algoritm prin care să se poată stabili în ce măsură variabilitatea operațiilor nu trebuie lăsate la întâmplare ci trebuie verificate și supravegheate.

Cuvinte cheie: calitate în construcții, asigurarea calității, control calitate, decizie, variabilitate.

1. INTRODUCERE

În perioada de tranziție pe care o traversăm, din experiența firmelor de construcții care au supraviețuit după 1990, rămânerea pe piață este posibilă prin calitate, prin necesitatea respectării unei concepții conform căreia calitatea este o sarcină pentru întreaga firmă, nu numai pentru compartimentele de execuție. Asigurarea calității constituie o sarcină a fiecărui angajat din firmă, din compartimentele tehnic / producție / aprovizionare / economic, include pe toți cei care, într-un mod sau altul, contribuie la realizarea obiectivului final. Lipsa unui program de control / grafic de respectare al calității într-o societate a dus la apariția legii calității nr. 10 în anul 1995, care rezolvă această problemă din punct de vedere legislativ. Implementarea sistemului de asigurare a calității este o activitate de durată în dezvoltarea unei societăți așadar trebuie înțeleasă și pusă în practică corespunzător. Implementarea sistemului de asigurare a calității este o cerință de bază în orice domeniu, este o acțiune de punere în practică a unei strategii vizând managementul calității. Problema complexă a controlului calității este o problemă ce impune luarea unor decizii, modifică, dacă este cazul, procesele tehnologice, variabilitatea acțiunilor necesare și nu trebuie să ducă la incertitudine în luarea deciziilor corecte.

2. DEFINIȚII

”Calitatea construcțiilor este rezultanta totalității performanțelor de comportare a acestora în exploatare, în scopul satisfacerii, pe întreaga durată de existență, a exigențelor utilizatorilor și colectivităților.

Pentru obținerea unor construcții de calitate sunt obligatorii realizarea și menținerea, pe întreaga durată de existență a construcțiilor, a următoarelor cerințe fundamentale aplicabile:

- a) rezistență mecanică și stabilitate;
- b) securitate la incendiu;
- c) igienă, sănătate și mediu înconjurător;
- d) siguranță și accesibilitate în exploatare;
- e) protecție împotriva zgomotului;
- f) economie de energie și izolare termică;
- g) utilizare sustenabilă a resurselor naturale.

Aplicarea cerințelor fundamentale se stabilește pe domenii/subdomenii și categorii de construcții și pe specialități pentru instalațiile aferente construcțiilor, prin regulamente și reglementări tehnice în construcții." (Legea 10/95).

Sistemul calității în construcții se compune din:

- a) reglementările tehnice în construcții;
- b) calitatea produselor folosite la realizarea construcțiilor;
- c) agrementele tehnice pentru noi produse și procedee;
- d) verificarea proiectelor, a execuției lucrărilor și expertizarea proiectelor și a construcțiilor;
- e) conducerea și asigurarea calității în construcții;
- f) autorizarea și acreditarea laboratoarelor de analize și încercări în activitatea de construcții;
- g) activitatea metrologică în construcții;
- h) recepția construcțiilor;
- i) comportarea în exploatare și intervenții în timp;
- j) postutilizarea construcțiilor;
- k) controlul de stat al calității în construcții.

1.1. Definirea termenului de calitate

Calitatea construcțiilor este rezultanta totalității performanțelor de comportare a acestora în exploatare, în scopul satisfacerii, pe întreaga durată de existență, a exigențelor utilizatorilor și colectivităților. Exigențele privind calitatea instalațiilor

și a echipamentelor tehnologice de producție se stabilesc și se realizează pe baza de reglementări specifice fiecarui domeniu de activitate. (Legea 10/95).

Calitatea este un concept care se utilizează în toate domeniile vieții economice și sociale, care însă prezintă un caracter dual și care are semnificații particulare pentru domenii, sectoare, funcțiuni sau obiecte specifice.

Calitatea este un termen general, aplicabil la cele mai diferite trăsături sau caracteristici, fie individuale, fie generice și a fost definită în diferite moduri:

"Calitatea este un termen subiectiv pentru că fiecare persoană sau sector are propria sa definiție. În utilizarea sa din tehnică, calitatea poate avea două semnificații:

1. caracteristicile unui produs sau serviciu care se referă la abilitatea acestuia de a satisface necesități exprimate sau implicite;
2. un produs sau un serviciu fără deficiențe.

Pe de altă parte, calitatea are evident și un caracter obiectiv în sensul că majoritatea atributelor / performanțelor unui produs sau serviciu pot fi măsurate". (American Society for Quality -ASQ: Societatea Americană pentru Calitate)

Calitatea este totdeauna relativă la un set de cerințe. Prin compararea caracteristicilor de calitate reale, efective cu cele prevăzute în documentația tehnică, în norme și în standarde se evaluează calitatea proceselor, tehnologiilor ce se pot aplica etc. (ISO 9000:2005)

Prin urmare putem considera calitatea ca fiind ansamblul caracteristicilor unui produs, activitate, proces, organizație, persoana numită entitate, care trebuie să satisfacă cerințele beneficiarilor.

1.2. Etapele abordării calității

Conceptul de "calitate" este una din cele mai vechi noțiuni, la care oamenii au avut de lucru din cele mai vechi timpuri. Calitatea este un concept filozofic legat de alte concepte fundamentale, cum ar fi cele referitoare la starea de bine, frumos și respectarea adevărului.

Organizarea pentru verificarea calității se concretizează prin înființarea în cadrul firmei a unui compartiment distinct față de alte compartimente ale societății, specializate pe controlul proceselor de construire și identificarea neconformităților în aprovizionare, execuție și alte procese ce duc la recepția finală a obiectivului.

Organizarea firmelor în ceea ce privește inspecția calității, a condus la o modalitate nouă de organizare spre sfârșitul secolului XIX și a fost studiată permanent, îmbunătățită, pentru că firmele trebuiau să se dezvolte și calitatea să fie continuu mai bună, să țină pasul cu modernizarea materialelor și tehnologiilor.

Cerințele mereu crescând în îmbunătățirea confortului oamenilor au dus la cerințe crescând în calitate.

3. FACTORI CE CONCURĂ LA EXECUTAREA UNOR LUCRĂRI DE CONSTRUCȚII, DE CALITATE

3.1. Generalități

Activitatea de construcții este recunoscută ca una dintre cele mai vechi preocupări ale omului și în care se desfășoară majoritatea activităților și preocupărilor umane (sociale, productive, recreative, culturale etc.). Construcțiile influențează totalitatea activităților materiale și spirituale, ceea ce a dus, încă din cele mai vechi timpuri, la impunerea cerinței și garanției calității în construcții.

Calitatea construcțiilor trebuie să fie abordată, în complexitatea cerută de beneficiari, științific, deoarece implicațiile noncalității sunt mult mai mari decât în alte domenii.

Construcțiile, ca produse ale activității umane, prezintă următoarele particularități:

- consumă un capital foarte mare;
- sunt supuse unui număr mare de factori aleatori, imprevizibili, ca urmare a duratei mari de viață;
- trebuie să satisfacă necesitățile a două, trei generații, ceea ce face dificilă standardizarea și prelungește perioada de acumulare a experienței necesare perfecționării produselor;
- cu toate perfecționările tehnologice, se mențin lucrări cu caracter artizanal la care calitatea este dată de calificarea și îndemânarea executantului;
- este dificil de apreciat un raport optim între creșterea costului execuției pentru îmbunătățiri calitative și reducerea pe această cale a costului exploatarei;
- nu se admit defecte sau rebuturi (în special legate de stabilitate, rezistență, durabilitate și siguranța în exploatare) etc.

3.2. Sistem de management al calității

Legat de sistemul de management al calității, acesta este definit ca un concept prin intermediul funcțiilor deținute de el (trilogia calității) și anume: (1) planificarea calității; (2) ținerea sub control a calității; (3) îmbunătățirea continuă a calității (J. M. Juran, 2004).

În fapt, funcțiile de bază ale managementului calității sunt: planificarea, verificarea (asigurarea calității în sens restrâns) și ținerea sub control a calității. Una dintre problemele esențiale ale managementului proiectelor este tocmai transformarea nevoilor implicite ale beneficiarului în nevoi explicite cât mai devreme pe parcursul realizării proiectului (încă din faza de concepție). Prin satisfacerea nevoilor beneficiarului se înțelege realizarea obiectivelor conform așteptărilor (specificațiilor) – proiectul trebuie să producă calitativ – rezultatul proiectului trebuind să satisfacă nevoile reale ale clientului.

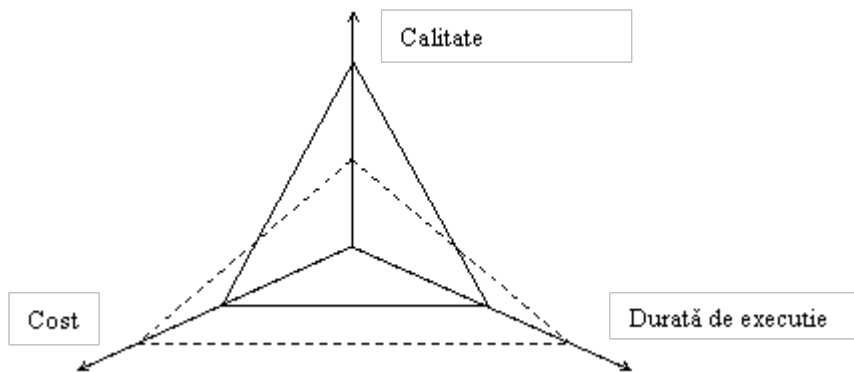


Fig. 1. Triunghiul cost-calitate-durată (Ungureanu, 1974)

Fiecare proiect este influențat în mod deosebit de cerințele privind: calitatea, costul și durata de execuție.

Este clar că satisfacerea concomitentă a acestor trei cerințe (reducerea costurilor și a duratei de execuție în același timp cu creșterea calității) este greu de realizat și poate fi posibilă doar în situația unor modificări de organizare a execuției, de îmbunătățire și modernizare a proceselor tehnologice.

Managerul de proiect are rolul de a asigura respectarea cerințelor din proiectele pe specialități, respectarea în același timp a termenelor de dare în folosință și cu păstrarea costurilor scăzute, dar fără influențarea calității pe total lucrare.

80% din cauzele noncalității sunt imputabile proiectanților, managerilor, furnizorilor de materiale/utilaje și doar 20% sunt înregistrate în execuție (datorate muncitorilor) (Juran, 2004).

După cum știm, se pot înregistra neconcordanțe și erori în proiectul tehnic, după cum ar fi:

1. Schimbarea unei soluții tehnice sau economice din proiect cu o soluție nepotrivită, neinspirată.
2. Management nepotrivit; interpretarea greșită a proiectului.
3. Influența negativă a participanților la realizarea proiectului (furnizori, beneficiari etc.).
4. Manipularea necorespunzătoare a materialelor.
5. Păstrarea necorespunzătoare a materialelor.
6. Controlul de calitate efectuat defectuos.
7. Pregătirea profesională necorespunzătoare.
8. Indisciplină la locul de muncă.
9. Condiții atmosferice necorespunzătoare.
10. Alte cauze.

Managementul calității constă din următoarele trei procese, care se condiționează între ele:

1. Planificarea calității – identificarea standardelor de calitate relevante pentru proiect și cum se pot realiza.
2. Asigurarea calității – evaluarea performanțelor în realizarea proiectului pentru asigurarea standardelor de calitate corespunzătoare.
3. Controlul calității – monitorizarea rezultatelor proiectului, verificarea respectării standardelor în vigoare și identificarea cauzelor generatoare de abateri pentru rezolvarea lor.

Calitatea trebuie asigurată, în toate etapele de realizare a unui proiect, pornind de la concept/proiectare și până la punerea în funcțiune și întreținerea pe toată durata de viață a construcției.

Modificările de la faza de proiect sunt mai puțin costisitoare și mai ușor de modificat sau înlocuit. În etapa de proiectare pot fi revizuite anumite soluții fără cheltuieli suplimentare importante.

Asigurarea materialelor și utilajelor, echipamentelor specifice, la parametrii calitativi propuși în etapa de proiectare elimină riscurile nerespectării calității din cauza acestora.

Etapa de execuție poate contribui la păstrarea, îmbunătățirea sau diminuarea calității proiectului. Un proiect cu deficiențe calitative poate fi îmbunătățit dacă în etapa de execuție se depistează la timp neconcordanțele documentației de proiectare. Astfel se poate corecta și păstra calitatea proiectului. Toate abaterile de la calitatea propusă pentru un proiect provoacă anumite costuri suplimentare, mai mici sau mai mari în funcție de etapa în care ele se descoperă și se elimină.

3.3. Costurile calității

Factorii care influențează calitatea se pot identifica ușor, factorii care influențează costul calității sunt mai greu de identificat.

Conform standardelor internaționale, costurile calității sunt date de:

- costul studiului pieței în privința cerințelor de calitate;
- costul cercetării legat de îmbunătățirea calității;
- costul proiectării legat de asigurarea cerințelor de calitate;
- costul asigurării calității resurselor necesare execuției;
- costul organizării de șantier în legătură cu asigurarea realizării calității;
- costul exploatării legat de asigurarea calității;
- costul auditurilor de calitate ale sistemului, obiectului de construcții etc.;
- costul pregătirii profesionale în domeniul calității;
- costul prevenirii noncalității;
- costul eliminării neconformităților de calitate;
- costul evaluării calității. (Miclăuș, 2006)

Cu cât crește calitatea unei construcții crește și costul lucrărilor în execuție, dar scade, datorită calității ridicate, costul exploatării construcției. Durata de folosire a obiectelor de construcții fiind foarte mare, recuperarea costurilor suplimentare în execuție este ușor de realizat.

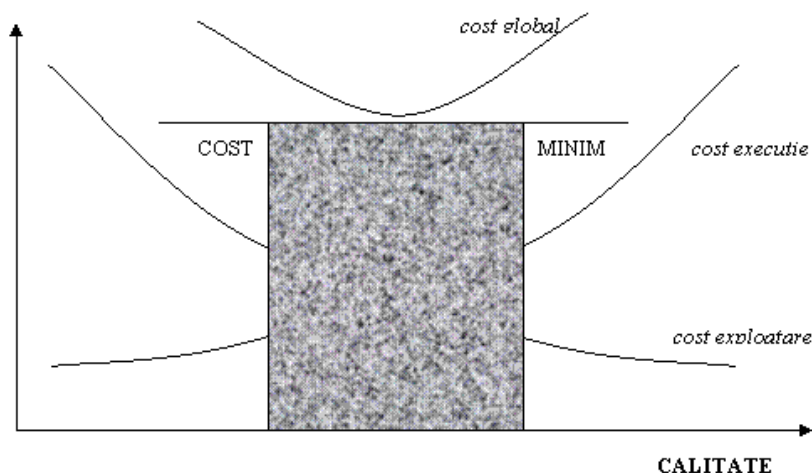


Fig. 2. Optimizarea calității în funcție de costul global. (Radu, 1997)

Spre deosebire de industrie, în construcții calitatea este impusă de:

- beneficiar;
- proiectant;
- experți verficatori de proiect;
- antreprenori generali și subantreprenori;
- furnizori de materiale și utilaje.

Pentru certificarea sistemului calității într-o societate trebuie avute în vedere:

- întocmirea programului de asigurare a calității și urmărirea punerii în practică a prevederilor acestora;
- înființarea compartimentelor de asigurare a calității, inclusiv organizarea activității de control tehnic al calității din firmă, conform cerințelor sistemului de asigurare a calității;
- urmărirea la zi a tuturor documentelor pentru aplicarea programului de asigurare a calității.

4. REGLEMENTĂRI PRIVIND SISTEMUL CALITĂȚII ÎN CONSTRUCȚII

Calitatea construcțiilor nu este doar o problemă a constructorului: aceasta este o problemă generală, națională și internațională. Alinierea cerințelor calității în construcții din țara noastră la cerințele internaționale s-a materializat în Legea nr.10 și Legea nr. 177/2015 pentru modificarea și completarea Legii nr. 10/1995 privind calitatea în construcții.

Prevederile acestor legi se aplică:

- construcțiilor de orice categorie și instalațiilor aferente acestora - indiferent de forma de proprietate sau destinație;
- lucrărilor de modernizare; modificare, transformare, consolidare și reparații ale construcțiilor.

Institutul Român de Standardizare a aderat la Comitetul European de Standardizare precum și la Rețeaua Internațională de Terminologie, fapt ce a condus la adoptarea normelor Organizației Internaționale de Standardizare (ISO) incluzându-le în nomenclatorul de standarde românești.

Privind comparativ și pentru Republica Moldova, sistemul calității în construcții și legea calității, definite în același mod ca în țara noastră, reprezintă ansamblul de structuri organizatorice, răspunderi, regulamente, proceduri și mijloace care concură la realizarea calității construcțiilor în toate etapele de concepere, proiectare, realizare, exploatare și postutilizare a acestora și este compus din:

- a) documentele normative în construcții;
- b) certificarea produselor folosite în construcții;
- c) agrementele tehnice pentru produse, procedee și echipamente noi în construcții;
- d) verificarea și expertizarea proiectelor și construcțiilor;
- e) licențierea societăților comerciale;
- f) atestarea specialiștilor cu activitate în construcții;
- g) conducerea și asigurarea calității în construcții;
- h) autorizarea și acreditarea laboratoarelor de analize și încercări în construcții;
- i) asigurarea activității metrologice în construcții;
- j) recepția construcțiilor;
- k) urmărirea comportării în exploatare și intervențiile în timp la construcții;
- l) postutilizarea construcțiilor;
- m) controlul de stat al calității în construcții. (Legea nr. 721 din 02.02.1996, Republica Moldova)

5. CONCLUZII

Calitatea înseamnă o urmărire detaliată care necesită un mare efort în colectarea și introducerea informațiilor de către firmele de construcții care fac planificarea încă de la începutul execuției lucrărilor, urmărind pe parcursul executării lucrărilor atât încadrarea în timp cât și consumul de resurse.

De remarcat faptul că pentru construcții, proprietarul este singurul "neexpert" și totuși el este cel care trebuie să ia deciziile cele mai importante. Proprietarul nu are experiență și aceasta este cauza principală care generează conflicte între participanții la realizarea unui obiectiv. De aici a rezultat și necesitatea apariției "diriginților de șantier", care reprezintă beneficiarul în procesul execuției calitative a lucrărilor și "responsabilii tehnici cu execuția" care reprezintă constructorul în întreg procesul construirii obiectivelor.

Calitatea în domeniul construcțiilor este o problemă de responsabilitate socială. Asigurarea calității, securității, confortului pentru beneficiarii construcțiilor reprezintă o obligație morală și contractuală pentru firmele de construcții.

Bibliografie

1. Juran M. Joseph, Godfrey A. Blanton, *Manualul calității*, Traducere după ediția a 5-a, McGraw – Hill, New York, SRAC, Editura Academiei Române, București, 2004
2. Niculiță Lidia - *Managementul și ingineria calității*, Editura Academiei Române, București, 2005
3. Miclăuș Ioan, *Managementul calității*, 2006
4. Victor Radu, "Managementul producției de construcții", Editura Sylvi 1997
5. Ungureanu Ionel, "Managementul producției de construcții", Editura Sylvi 1974.
6. Legea nr. 10/1995 privind calitatea în construcții
7. Legea nr. 177/2015 pentru modificarea și completarea Legii nr. 10/1995 privind calitatea în construcții
8. Legea nr. 721 din 02.02.1996, Republica Moldova
9. Manualul Sistemului de Management Integrat al calității
10. SR EN ISO 9000:2006 – Sisteme de management al calității. Principii fundamentale și vocabular
11. SR EN ISO 9001:2008 – Sisteme de management al calității. Cerințe
12. SR ISO 10005:2007 – Sisteme de management al calității. Linii directoare pentru planurile calității
13. SR ISO 10006:2005 - Sisteme de management al calității. Linii directoare pentru managementul calității în proiecte
14. Legea 50/1991 – privind autorizarea executării lucrărilor de construcții (republicată);
15. H.G nr 766/1997 – Regulament privind calitatea în construcții;
16. HG 273/1994 – Regulament privind recepția lucrărilor de construcții și instalații

Evoluția instrumentelor optice și optico-electronice pentru măsurarea unghiurilor

Morariu Diana Ioana

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

Rezumat

Tehnologia în măsurătorile terestre a evoluat continuu odată cu dezvoltarea altor domenii ingineresti, unde ritmul de execuție al lucrărilor a crescut datorită cerințelor economice globale. Mărimile ce se măsoară întotdeauna constituind caractere reprezentative pentru topografie sunt unghiurile și distanțele. Măsurarea unghiurilor și a distanțelor a cunoscut o serie de erori de-a lungul timpului, care pot fi evitate în zilele noastre grație progresului tehnologiilor și metodelor de lucru în știința măsurătorilor terestre. Prezentul articol tratează evoluția în timp a metodelor și tehnologiilor de măsurare a unghiurilor. Astfel, de la primele instrumente topografice din secolul al XVII-lea ajungem la stații totale inteligente, robotizate și tehnici satelitare.

Cuvinte cheie: topografie, unghiuri, dronă, GPS, scaner 3D, tehnică satelitară.

1. INTRODUCERE

Interesul oamenilor pentru necesitatea de a măsura și reprezenta suprafețele de teren, pentru organizarea lucrărilor militare, agricole, de construcții, transporturi, datează din antichitate. Topografia și celelalte discipline ale științei măsurătorilor terestre se întemeiază pe măsurători. Terenul este definit prin elementele sale topografice (distanțe, altitudine, aliniament, diferențe de nivel, unghiuri). Unghiul este definit ca figura geometrică formată din două drepte sau semidrepte care se intersectează într-un punct, dar în topografie fiecare latură poartă denumirea de viză sau direcție. Măsurarea unghiurilor se face cu instrumente specifice numite goniometre. Primele măsurători cu caracter exact s-au desfășurat destul de târziu, începutul secolului al XVII-lea, când specialiști precum Hrisant Nottara (1716) și Ruggiero Giuseppe Boscovich (1776) execută determinări ale coordonatelor geografice (longitudine și latitudine) asupra orașelor București, Galați și Iași. În secolul al XX-lea topografia se dezvoltă tot mai mult odată cu cerințele moderne ale societății.

2. CONTRIBUȚIILE INSTRUMENTELOR ÎN DOMENIUL INGINERIEI CIVILE

Măsurătorile terestre au luat amploare împreună cu științe ca: matematica, fizica, electronica, astronomia. Rezultatele impresionante obținute în ultimele decenii în construcția de aparatură modernă au schimbat total tehnologia lucrărilor topografice. Datele tehnice sunt deosebit de performante sub raportul preciziei de poziționare, al randamentului, siguranței în exploatare și a eficienței economice (1). Logistica modernă este bine reprezentată în România de la stații totale, GPS, până la mijloace de preluare și procesare a imaginilor aeriene și satelitare, calculatoare și programe specializate de preluare, interpretare și raportare a datelor. Dezvoltarea instrumentelor optico-electronice a dus la noi contribuții în diverse domenii:

- studii ingineresti legate de proiectare, execuție și urmărirea în timp a exploatării construcțiilor de orice tip;
- trasarea pe teren a căilor de comunicații (căi ferate, drumuri, linii de transport energie, magistrale de apă și de evacuare a apei);
- dezvoltarea rețelei de sprijin și de ridicare în plan a suprafeței destinate construcției;
- monitorizarea terenurilor cu un risc ridicat de alunecare;
- calcularea suprafețelor, volumelor de terasamente și volumelor de inundație a lacurilor de acumulare.

3. INSTRUMENTE PENTRU MĂSURAT UNGHIURI

Modalitățile de determinare a unghiurilor cu ajutorul aparatelor destinate acestui scop au evoluat succesiv în timp. Goniometrele sunt dotate cu cercuri gradate, care în timpul măsurătorilor determină unghiurile orizontale, verticale și direcțiile.

Instrumentele pentru măsurarea unghiurilor se clasifică după :

- numărul de vize (direcții) necesar obținerii unghiului orizontal. Unghiul se determină din două vize (teodolitul, tahimetrul) sau dintr-o singură viză (echer topografic);
- valoarea unghiului orizontal. Există aparate care permit măsurarea unui unghi de orice mărime (teodolit, stație totală, GPS, Smart Station, Scanner 3D) sau doar anumite unghiuri (unghi drept-echer topografic);
- precizia de măsurare. Instrumentele sunt: de precizie scăzută (echer topografic, teodolit) sau de înaltă precizie (GPS, Smart Station, Scanner 3D, drona);

- modul de citire a direcțiilor. Tehnicile pot fi clasice (operatorul face citirile prin sistemul optic) sau digitale (citirea o face instrumentul și o afișează pe un display).

3.1 Echerul topografic

Echerul de arpentor sau topografic este cel mai simplu instrument topografic, folosind la trasarea aliniamentelor și a unghiurilor constante de 50, 100, 200°. Are formă cilindrică, prismatică sau sferică și este prevăzut cu două sau patru perechi de pinule diametral opus. Determinarea unghiurilor orizontale dintr-o singură viză se face cu echerul topografic. Instrumentul este bazat pe principiul reflexiei și refracției luminii pe oglinzile plane și poate fi de două tipuri: echer simplu (figura 3.1a) și echer dublu (figura 3.1b). Echerul simplu permite trasarea unui unghi drept pe un aliniament la teren. Echerul dublu este compus din două echer simple suprapuse. Așezarea pe un aliniament și trasarea unghiului drept se face mai rapid. În lipsa echerelor topografice se pot utiliza echerale improvizate pentru trasarea unghiurilor drepte și perpendiculare până la 10-15 m (2).



Fig. 3.1 a) echer simplu cu baston b) echer dublu cu prisme (10) c) echer dublu pentagonal (11) d) echer cu pinule de la sfârșitul secolului al XIX-lea (12)

3.2 Teodolitul

Teodolitul este un instrument de măsurare a unghiurilor topografice orizontale și verticale. În antichitate, în astronomie și triangulație, erau folosite ca instrumente de măsurare groma (figura 3.2a) și dioptra (figura 3.2b). Perfecționarea lunetei a fost făcută de Galileo Galilei (1609), astfel efectuându-se vizarea de la distanță. Rowley (1704) a inventat primul teodolit cu concepte moderne (figura 3.2c), idee ce a fost continuată de Jonathan Sisson (1720) (figura 3.2d).



Fig. 3.2 a) groma b) dioptra c) teodolit clasic d) teodolit modern e) teodolit sovietic (12)

3.3 Stația totală

Stația totală (figura 3.4 a) este un tahimetru electronic modernizat, unde elementele geometrice ale terenului (unghiuri, distanțe, diferențe de nivel) se măsoară automat. Având precizie ridicată, datele se stochează automat în memoria electronică, rezultatul fiind în format digital. Diferite aplicații topografice, cum ar fi ridicări, trasări ale construcțiilor se pot face în timp real datorită unor softuri integrate, perfecționând continuu modul de măsurare a unghiurilor și distanțelor indiferent de mărimea lor. Folosirea stației totale în măsurătorile terestre este benefică întrucât prezintă un randament ridicat, precizie mare față de teodolitul clasic și costul este bun, în concordanță cu calitățile moderne pe care le deține. Instrumentul are la bază principiul Electronic Distance Measurement (EDM). Dispozitivele optico-electronice au apărut după al Doilea Război Mondial odată cu apariția radarelor. Tehnica folosită pentru măsurarea distanței între două puncte este a undelor electromagnetice. Principiul de măsurare poate fi descris astfel: determinarea timpului de propagare t a unei unde electromagnetice pe traseul aparat-reflector/prismă dus-întors, unde viteza v este viteza de propagare a undelor electromagnetice și D este distanța dintre emițător și reflector.

$$D = \frac{v \times t}{2} \quad 3.1$$

Precizia de măsurare depinde de următorii factori : tipul undelor folosite (vizibile sau infraroșu), mediul de propagare (presiune, temperatură, umiditate), mărimea distanței măsurate, poziția prisme reflectoare, constanta prisme (3). Mijloacele moderne de măsurare au integrat principiul EDM în lunetă, unde fiind emise de-a lungul axului de viză. Tehnica se folosește fără reflector pentru distanțele mai mici de 250 m (metoda reflectorless) sau cu reflector pentru distanțele ce depășesc 250 m.

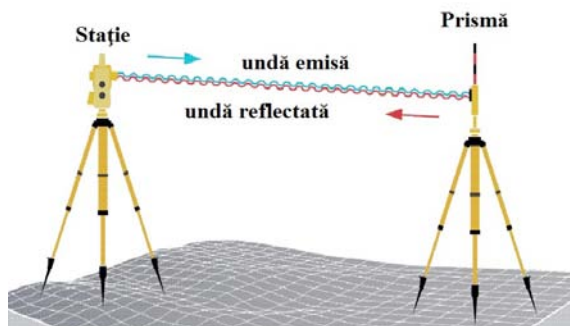


Fig. 3.3 Principiul Electronic Distance Measurement- EDM



Fig. 3.4 a) Stație totală Leica (13) b) Accesorii stație totală Leica (14)

3.4 Sistemul de poziționare globală (GPS)

Sistemul Global de Navigație prin Satelit GNSS (Global Navigation Satellite System) conține tehnica de poziționare a obiectelor statice sau aflate în mișcare în orice moment și oriunde ar fi, pe suprafața Pământului, în apă sau în aer. Sistemul de poziționare globală este un subsistem al sistemului GNSS, folosit pentru determinarea poziției unor puncte de pe suprafața terestră sau mijloacelor de transport aeriene, maritime, în mișcare sau repaus. Sistemul GPS (figura 3.6a) este compus din 24 de sateliți (structura poartă și numele de constelație). În prezent, segmentul spațial este de 32 de sateliți, dispuși câte 4 în 6 plane orbitale, înclinate la 55° față de planul ecuatorial, perioada de revoluție fiind de 12 ore. Structura sistemului GPS este formată din segmentul spațial, segmentul de control și segmentul utilizator. Tehnologiile de poziționare globală regăsite în Europa sunt NAVSTAR-GPS (S.U.A), GLONASS (RUSIA), GALILEO EGNOS (EUROPA)

în curs de implementare. Determinarea poziției spațiale (x,y,z) a unor puncte este obținută în timp real de la sateliți artificiali și a prelucrărilor ulterioare sau direct pe teren. Modul de poziționare al sistemului GPS este relativ, fiind calea cea mai adecvată în realizarea măsurătorilor terestre deoarece modul de operare este automatizat și simplu în cazul procedurii în timp real, are o precizie de poziționare ridicată comparativ cu metodele clasice, nu necesită mai mult de doi operatori, costurile sunt reduse și eficiența economică a lucrărilor este ridicată (1).



Fig. 3.5 Ansamblu echipament GPS (14)

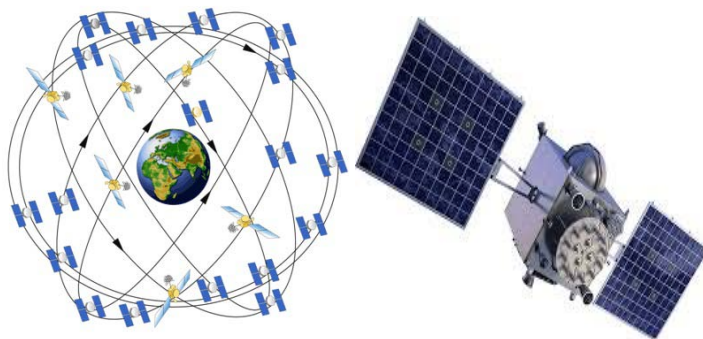


Fig. 3.6 a) Sateliți GPS (15) b) Satelit individual (16)

3.5 Stația totală inteligentă – Smart Station

Stația totală inteligentă (figura 3.7) este un produs revoluționar compus din stația totală la care este adăugat sistemul GPS. Instrumentul are acuratețe sporită și determinare rapidă pentru obținerea coordonatelor punctelor topografice, fiind bazat pe cele mai moderne tehnologii. Sistemul prezintă următoarele avantaje:

precizia de poziționare este ridicată datorită sistemului GPS încorporat, achiziționarea rapidă a datelor, procesarea lor în timp real, obținând coordonatele punctului staționat, timpul pentru efectuarea măsurătorilor scade considerabil, iar economic crește profitul și scad cheltuielile. Ultima creație în materie de aparat digital este Stația totală robotizată. Echipamentul este propice în utilizarea operațiunilor topografice deoarece permite folosirea acestuia de un singur operator datorită telecomenzii. Sistemul de urmărire a prisme este automat. Selecția punctelor, declanșarea măsurătorii se face prin atingerea ecranului unității de control. Un alt aspect tehnic constă în eliminarea erorilor cauzate de factorii externi (temperatură, vânt, deplasarea trepiedului) (3). Avantajele sunt înalta precizie, un randament bun, timpul de efectuare a măsurătorilor este redus, singurul dezavantaj fiind costul foarte ridicat.



Fig. 3.7 a) Stația totală inteligentă-Smart Station b) Stația totală robotizată (13)

3.6 Scanere 3D cu laser

Scanarea 3D cu laser (figura 3.8) este o tehnică geodezică prin care măsurarea geometriei unei structuri poate fi efectuată automat cu înaltă precizie și viteză fără un mediu reflectorizant. Avantajele acestei tehnologii o reprezintă densitatea mare a punctelor indiferent de complexitatea geometriei, eficiență din punctul de vedere al timpului și al costului, precizie mărită a rezultatelor. Tehnologia este folosită pentru monitorizarea construcțiilor civile, hidrotehnice, industriale, de patrimoniu și a reliefului.



Figura 3.8 Scanner 3D laser Leica și câmpul de vedere (13)

3.7 Fotogrammetria

Fotogrammetria este știința care se ocupă cu reconstituirea și măsurarea formei și poziției unui obiect sau fenomen în spațiu și timp pe baza imaginilor fotografice ale acestora (4). Folosirea metodei fotogrammetrice este individuală sau împreună cu metodele geodezice. Tehnologia fiind foarte rapidă, costurile sunt foarte ridicate, realizate într-un timp scurt. Fondatorul fotogrammetriei a fost ofițerul francez Aime Laussedat în anul 1851, munca sa fiind continuată de arhitectul german A. Meydenbauer în anul 1858. În Austria s-a fondat Societatea Internațională de Fotogrammetrie ISP (International Society for Photogrammetry) în anul 1910, denumită în zilele noastre Societatea Internațională de Fotogrammetrie și Teledetecție. În România, primele fotografii aeriene au fost făcute în primul război mondial de către Flotila de Aviație de la Cotroceni (aprilie 1916). Camera fotogrammetrică a fost construită de inginerul francez Aimé Laussedat (1851) și a fost folosită în procedeul de ridicare. Fizicianul german Carl Pulfrich, la începutul secolului al XX-lea a inventat stereocomparatorul. Principiul de măsurare era pe fotograme, iar măsurarea direcțiilor cu aparatele clasice nu mai era necesară. Compania Carl Zeiss a realizat primul echipament universal stereoscopic de precizie, folosind principiul proiecției optice. Inițial avionul a fost folosit ca modalitate de preluare a imaginilor aeriene. Viteza de deplasare era foarte mare, timpul de expunere al stratului fotosensibil era foarte mic și costurile foarte mari. Modernizarea în domeniul electronicii a creat posibilități de măsurare și de prelucrare a fotogramelor automată. Tehnica de ultimă generație este drona (figura 3.9a). Aparatura este folosită pentru efectuarea măsurărilor pe teren, prelucrarea datelor, întocmirea planurilor și hărților. Domeniile în care este utilizată drona sunt diverse: topografie (hărți și planuri), industrie (construcții civile, industrie minieră, construcții navale, construcții de mașini), arhitectură (întocmirea documentațiilor, păstrarea de informații cu privire la mărime, forma sau detaliile clădirilor sau ale monumentelor). Avantajele folosirii dronei sunt: achiziționarea precisă și rapidă din aer, accesibilitate în zonele periculoase sau inaccesibile operatorilor la sol.



Fig 3.9 a) Drona Leica Aibot X6 (13) b) drona în aer (3)

Tabel 3.1 Parametri tehnici ai instrumentelor topografice

Aparat	Precizie	Distanță	Timp	Operator	Cost
Echer topografic	$\pm 2''$	80-100 m	> 1 h	2	redus
Teodolit	$\pm 4''$	100-700 m	> 1 h	2	redus
Stație totală	$\pm 10''$	250-1200 m	≥ 1 h	1-2	ridicat
GPS	$\pm 20''$	≥ 1000 m	≥ 1 h	1	ridicat
Stație totală inteligentă	$\pm 10-20''$	≥ 5000 m	≥ 1 h	1	foarte ridicat
Scanner 3 D	$\pm 60''$	≥ 270 m	≤ 1 h	1	foarte ridicat
Drona	$\pm 20''$	≤ 1000 m	≤ 1 h	1	foarte ridicat

Din analiza proprietăților pe care le au instrumentele cuprinse în tabelul 3.1, se observă faptul că precizia, distanța de vizare, timpul de efectuare al măsurătorilor și numărul de operatori necesari au fost îmbunătățite odată cu apariția ultimelor invenții din domeniul măsurătorilor terestre. Mărimea costurilor este funcție de caracteristicile tehnologiilor folosite, acestea fiind diferite de la un model la altul. Timpul și numărul de operatori depinde de suprafața și dimensiunea lucrării ce urmează a fi efectuată.

4. CONCLUZII ȘI DEZVOLTĂRI ULTERIOARE

Măsurătorile terestre au apărut din antichitate ca științe ingineresti vechi. Topografia inginerească folosește metode de măsurare, calcul, instrumente la rezolvarea problemelor din domeniul ingineriei civile. Succesiunea în timp a instrumentelor topografice pentru măsurat unghiuri este prezentată în actuala lucrare. Pornind de la echerul topografic (metoda clasică) se ajunge la tehnologie de vârf (metoda digitală). Metodele fotogrammetrice moderne (drona) permit automatizarea proceselor de măsurare și calcul, înlocuind avionul. Tehnicile optico-electronice substituie mijloacele optice, măsurarea unghiurilor și a distanțelor este digitizată. Inovațiile de astăzi au încorporat stația totală și tehnologia satelitară într-un singur aparat – Smart Station. Cele mai noi dispozitive topografice au o autonomie excelentă, care combină procedeul clasic cu cel al sateliților, ceea ce înseamnă precizie foarte ridicată și rezultate reale în cel mai scurt timp. Echipamentele electronice moderne au la bază principiul măsurării prin unde a distanțelor și unghiurilor, revoluționând modul de determinare și poziționare a punctelor geodezice. Volumul mare de lucrări din domeniu cât și evoluția ultrarapidă a tehnologiilor a contribuit la înlocuirea aparaturii clasice cu mijloace de ultimă generație. Noile modalități de măsurare sunt simple, flexibile, precise, ne ajută să reducem costurile și timpul.

Bibliografie

1. Boș N., Iacobescu O., 2009, Cadastru și Carte Funciară, Editura C.H.Beck, București, pag. 65-85.
2. Filimon R., Botez M., Costăchel A., Mihail D., Russu A., 1958, Topografie Generală, Editura Tehnică, București, pag. 191-301.
3. Lepădatu D., 2016, Topografie pentru ingineri constructori, Editura Societății Academice Matei-Teiu Botez, Iași, pag. 81-140.
4. Vorovencii I., 2010, Fotogrametrie, Editura Matrix Rom, București, pag. 11-20.
5. Lepădatu L., Judele L., Sandulache G., Rosu A.R., Diac M., 2014, The evolution of optical and optoelectronic distance measurement techniques in applied topography , *Lucrări Științifice* , vol. 57 (2) , seria Agronomie, pag. 107-111.
6. Costachel A., Cristescu N., Mihail D., 1970, Topografie, Editura Didactică și Pedagogică, București, pag. 60-97.
7. Neuner J., 2000, Sisteme de poziționare globală, Editura Matrix Rom, București, pag.3-10.
8. Rusu A., Boș N., Kiss A., 1982, Topografie Geodezie, Editura Didactică și Pedagogică, București, pag. 59-99.
9. Iacobescu O., 2012-2013, Curs pentru învățământul la distanță - Topografie-Geodezie, Universitatea Ștefan cel Mare, Facultatea de Silvicultură, Suceava, pag. 15-57.
10. Oprescu N, și colab., Manualul inginerului geodez, Volumul II, Editura Tehnică, pag. 27-100.
11. <https://micron-tools.ro>
12. <https://ro.wikipedia.org>
13. Leica, <http://leica-geosystems.com/products>
14. <http://surveyequipment.com>
15. <http://gnss.be>
16. <http://galileo-nav.com>

Încercarea ancorajelor fixate în teren prin injectare

Săvoaia Alexe

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

Rezumat

Prin ancoraj se înțelege un element structural ce lucrează în tensiune realizând ancorarea unei structuri. Este un dispozitiv capabil să transmită o forță de tracțiune, aplicată la un strat cu capacitatea portantă necesară.

Metoda de execuție a ancorajelor este aleasă în funcție de natura terenului predominant, a condițiilor generale ale zonei și de specificațiile proiectului. Conform normelor europene există trei metode de încercare ale ancorajelor permanente fixate în teren prin injectare.

Lucrarea de față își propune să prezinte studiul de caz privind încercarea ancorajelor fixate în teren pentru susținerea pereților mlași utilizând metoda de încercare numărul 3 conform SR EN 1537-2013.

Cuvinte cheie: ancoraje permanente, tensionare

1. INTRODUCERE

Lucrările geotehnice speciale trebuie să îndeplinească anumite condiții din punct de vedere al rezistenței, din punct de vedere al stabilității și din punct de vedere economic. În multe situații, criteriile economice și de rezistență sunt îndeplinite, iar pentru asigurarea stabilității lucrării se apelează la lucrări suplimentare, cum ar fi ancorajele în teren.

Conform normelor europene există trei metode de încercare a ancorajelor aplicabile la fiecare tip de ancoraj și anume:

- Metoda de încercare 1: Ancorajul este încărcat progresiv în cicluri, de la forța de întindere de referință până la forța maximă de întindere. Încercarea comportă măsurarea deplasării armăturii în funcție de forța de întindere aplicată și măsurarea, sub forța maximă de întindere de la fiecare ciclu, a deplasărilor maxime ale armăturii în funcție de timp.
- Metoda de încercare 2: Ancorajul este încărcat progresiv în cicluri, de la forța de întindere de referință la forța maximă de întindere. Pierderea de tensiune la capul ancorajului este măsurată pentru un timp la forța de întindere maximă de la fiecare ciclu.

- Metoda de încercare 3: Ancorajul este încărcat în trepte, de la forța de întindere de referință la o forță de întindere maximă. Deplasările capului ancorajului sunt măsurate sub tracțiune constantă la fiecare treaptă de încărcare.

Componentele funcționale ale ancorajelor permanente sunt următoarele:

Schema constructivă a tiranților este redată mai jos:

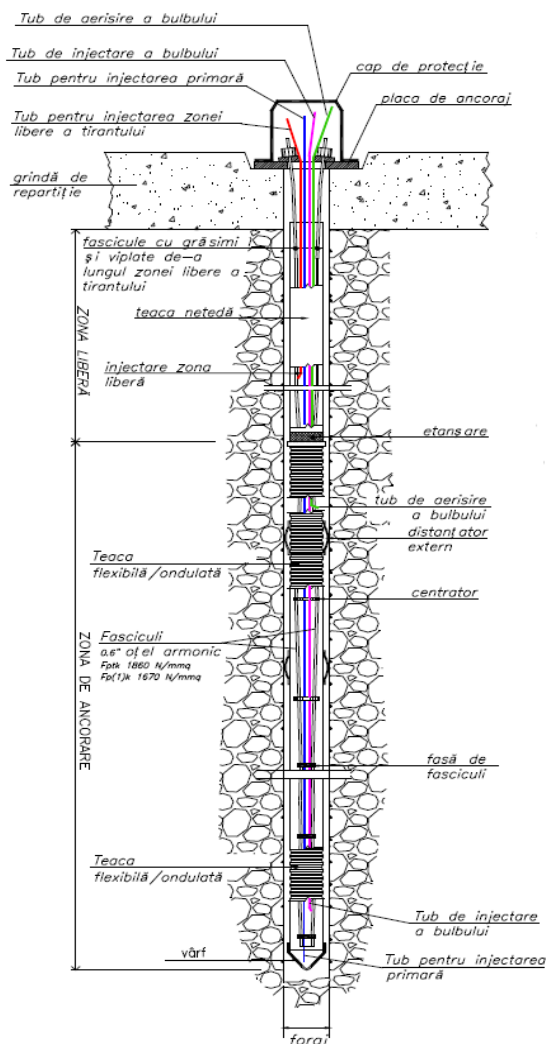


Fig.1. Ancoraj permanent

2. ÎNCERCAREA ANCORAJELOR CONFORM METODEI DE ÎNCERCARE 3

Conform SR EN 1537-2013 pentru metoda de încercare 3, se încearcă ancorajul în etape, de la o forță de referință până la o forță maximă de încercare, măsurându-se deplasarea capului de ancorare sub efort constant pentru fiecare etapă de încărcare.

3. STUDIU DE CAZ

Prezentul studiu de caz prezintă procedura pentru încercarea de control și de recepție pentru lucrările de consolidare a debleului înainte și după tunelul Turdaș de pe intervalul Orăștie – Simeria, zona km. pr. 454+950,00 + km pr. 457+265,00. Realizarea debleului se face sub protecția unor sprijiniri din pereți mulați având o lungime totală de 2377,5 metri pentru ambele tranșee de acces. Elevația incintelor tranșeelelor are o înălțime ce variază între 3,5 m și 10,50 m. Pereții mulați au o grosime între 60 cm și 80 cm cu lungimi între 8 – 24 m. Pentru ca pereții să poată prelua solicitările din împingerea pământului aceștia au prevăzute ancore dispuse între 1 și 4 rânduri.

În acest capitol sunt prezentate schematic procedurile de încărcare pentru fiecare din tipurile de încercări.

3.1. Încercarea de control

- Forța de întindere de referință P_a , de la care se începe măsurarea deplasărilor, este egală cu valoarea minimă dintre 10% din forța de întindere de încercare (P_p) și 50 kN.
- Se recomandă ca forța de întindere maximă aplicată (P_p) pentru ancorajul de serviciu să fie limitată la valoarea maximă a forței critice de fluaj (P_c), obținută în cadrul încercărilor prealabile.
- Se recomandă ca forța de întindere maximă aplicată (P_p) în armătură să nu depășească $0,70_{P_{t0,1k}}$ (490 kN).
- După analizarea condițiilor expuse mai sus și a rezultatelor obținute din analizele numerice pentru forțele din ancoraje, valoarea forței de întindere ce va fi aplicată (P_p), va fi de 450 kN.
- Viteza de aplicare a forței aferente fiecărei trepte de încărcare sau descărcare se va face cu maxim 10kN/s.
- Încercarea de control va consta în execuția a două cicluri de încărcare – descărcare urmate de o tensionare până la forța de blocare.
- Ramura de încărcare a primului ciclu de încărcare – descărcare va consta în tensionarea ancorajului, aplicată în șase trepte, de la forța de referință (P_a), până la forța de întindere maximă (P_p), după cum urmează:

Tabel 1. Trepte de încărcare

Treaptă de încărcare	Forța de întindere de referință	Treapta 1	Treapta 2	Treapta 3	Treapta 4	Treapta 5	Treapta 6
Valoare forță [kN]	45	110	180	250	315	380	450
Perioadă de observație [min]	-	60 (30)	60 (30)	60 (30)	60 (30)	60 (30)	60 (30)

Pentru fiecare treaptă de încărcare se va verifica valoarea parametrului α (panta curbei deplasării capului ancorajului în funcție de $\log(t)$ la sfârșitul fiecărei trepte de încărcare).

Intervalele minime de timp succesive la care se realizează citiri ale deplasărilor sunt următoarele: 0-1-2-3-4-5-7-10-15-30-45-60 (min). Pentru fiecare treaptă de încărcare, citirile consecutive se vor realiza după aplicarea integrală a forței aferente trepte de încărcare.

Intervalul de timp minim de înregistrare pentru fiecare treaptă este de 60 minute, cu excepția cazului în care valoarea parametrului α este mai mică de 1 mm. În acest caz, perioadele minime de observare, se pot reduce la 30 de minute.

Valoarea parametrului α nu trebuie să depășească 1 mm în cazul încercării de control a unui ancoraj permanent, în situația în care au fost anterior realizate încercări prealabile.

O etapă de încărcare se va întrerupe în momentul în care valoarea parametrului α depășește valoarea de 2 mm.

Odată atinsă forța maximă de încărcare, ancorajul va fi descărcat în 3 trepte până la 70% din P_p după cum urmează:

Tabel 2. Trepte de încărcare

Treaptă de încărcare	Forța de întindere aplicată (P_p)	Treapta 1	Treapta 2	Treapta 3
Valoare forță [kN]	450	405	360	315
Perioadă de observație	Timpul necesar efectuării unei citiri			

- După execuția primului ciclu, se va realiza încărcarea aferentă celui de-al doilea ciclu în 3 trepte până la forța maximă de întindere aplicată, după cum urmează:

Tabel 3. Trepte de încărcare

Treaptă de încărcare	Forța de întindere aplicată	Treapta 1	Treapta 2	Treapta 3
Valoare forță [kN]	315	360	405	450
Perioadă de observație	Timpul necesar efectuării unei citiri			

Descărcarea aferentă celui de-al doilea ciclu de încărcare - descărcare constă în detensionarea ancorajului, de la forța maximă de întindere aplicată P_p până la forța de întindere de referință P_a după următoarele trepte:

Tabel 4. Trepte de încărcare

Treaptă de încărcare	Forța de întindere aplicată (P_p)	Treapta 1	Treapta 2	Treapta 3	Treapta 4
Valoare forță [kN]	450	340	225	115	45
Perioadă de observație	Timpul necesar efectuării unei citiri				

Pentru fiecare etapă de descărcare se va ține ancorajul sub încărcare constantă pentru o durată necesară efectuării unei singure citiri, după care se poate trece la următoarea treaptă de descărcare. Excepție face înregistrarea deplasărilor aferente forței de întindere de referință P_a , unde se va înregistra fluajul la intervale de timp succesive, minim 5 minute (1-2-3-4-5 min).

- După realizarea celui de-al doilea ciclului de încărcare (până la $P_p=450$ kN) - descărcare (până la $P_a=45$ kN), se va încărca ancorajul până la forța de blocare.

Treptele de încărcare aferente ciclului de încărcare până la forța de blocare cu valoarea de 230 kN:

Tabel 5. Trepte de încărcare

Forța de întindere de referință [kN]	Treapta 1 [kN]	Treapta 2 [kN]	Treapta 3 [kN]
45	110	180	230

Treptele de încărcare aferente ciclului de încărcare până la forța de blocare cu valoarea de 280 kN:

Tabel 6. Trepte de încărcare

Forța de întindere de referință [kN]	Treapta 1 [kN]	Treapta 2 [kN]	Treapta 3 [kN]
45	120	200	280

Pentru fiecare treaptă de încărcare se va verifica sistemul de rezemare și dispozitivul de încercare privind eventualele degradări sau pierderi de stabilitate.

Vor fi supuse încercărilor de control 15 ancoraje, poziția lor aproximativă fiind dată în tabelul următor după cum urmează:

Tabel 7. Trepte de încărcare

Nr. bucăți	Tranșee	Km	Rând	Fir
3	București	455+650 - 455+700	1	1
3	București	455+750 - 456+050	1	1
3	București	456+100 - 456+200	1	1
3	București	456+210 - 456+290	1	1
3	Turdaș	457+080 - 457+095	1	1

Rezultatele încercărilor preliminare pe ancore în amplasament vor fi verificate pentru a se putea valida capacitatea portantă a ancorajelor de serviciu estimată prin calcul.

3.2. Încercarea de recepție

Toate ancorajele de serviciu, ce nu au fost supuse unei încercări de control, trebuie supuse unei încercări de recepție pentru a se confirma capacitatea portantă a ancorajului.

Forța de întindere maximă aplicată ancorajului (P_p) va fi de 450 kN.

Viteza de aplicare a forței aferente fiecărei trepte de încercare se va face cu maxim 10 kN/s.

Încercarea de recepție va consta în execuția unui ciclu de încărcare descărcare de la forța de întindere de referință (P_a) până la forța maximă de tensionare (P_p), o detensionare până la forța de întindere de referință (P_a), urmat de o tensionare până la forța de blocare;

Prima ramură a ciclului de încărcare – descărcare va consta în tensionarea ancorajului, în cinci trepte, de la forța de referință (P_a), până la forța de întindere maximă aplicată (P_p), după cum urmează:

Tabel 8. Trepte de încărcare

Treaptă de încărcare	Forța de întindere de referință	Treapta 1	Treapta 2	Treapta 3	Treapta 4	Treapta 5
Valoare forță [kN]	45	135	225	315	405	450
Perioadă de observație [min]	-	Timpul necesar efectuării unei citiri				15 (60)

Intervalele minime de timp succesive la care se realizează citiri ale deplasărilor pentru ultima treaptă de încărcare, sunt următoarele: 0-1-2-3-4-5-7-10-15 (min). Citirile consecutive se vor realiza după aplicarea integrală a forței aferente treptei de încărcare.

Pentru ultima treaptă de încărcare se va verifica valoarea parametrului α (panta curbei deplasării capului ancorajului în funcție de $\log(t)$, la sfârșitul treptei de încărcare).

Valoarea parametrului α nu trebuie să depășească 1,5 mm în cazul încercării de recepție a unui ancoraj permanent, în situația în care au fost anterior realizate încercări prealabile.

Dacă valoarea parametrului α depășește valoarea de 1,5 mm, după cele 15 min de observație, se va mări perioada de observație până la 60 min, cu citiri succesive la următoarele intervale de timp: 25-30-45-60 (min).

În cazul în care valoarea parametrului α depășește valoarea de 2 mm, se va detensiona ancorajul la o treaptă inferioară și se vor monitoriza deplasările conform indicațiilor de mai sus.

Odată atinsă forța maximă de încărcare, ancorajul va fi descărcat în 4 trepte până la forța de întindere de referință (P_a) după cum urmează:

Tabel 9. Trepte de încărcare

Treaptă de încărcare	Forța de întindere aplicată (P_p)	Treaptă 1	Treaptă 2	Treaptă 3	Treaptă 4
Valoare forță [kN]	450	340	225	110	45
Perioadă de observație	Timpul necesar efectuării unei citiri				

➤ După realizarea ciclului de încărcare (până la $P_p=450$ kN)-descărcare (până la $P_a=45$ kN), se va încărca ancorajul până la forța de blocare. Treptele de încărcare aferente ciclului de încărcare până la forța de blocare cu valoarea de 230 kN:

Tabel 10. Trepte de încărcare

Forța de întindere de referință [kN]	Treapta 1 [kN]	Treapta 2 [kN]	Treapta 3 [kN]
45	110	180	230

Treptele de încărcare aferente ciclului de încărcare până la forța de blocare cu valoarea de 280 kN:

Tabel 11. Trepte de încărcare

Forța de întindere de referință [kN]	Treapta 1 [kN]	Treapta 2 [kN]	Treapta 3 [kN]
45	120	200	280

- Pentru fiecare treaptă de încărcare se va verifica sistemul de rezemare și dispozitivul de încercare privind eventualele degradări sau pierderi de stabilitate.

4. CONCLUZII

Ancorajele folosite în cadrul studiului de caz sunt de tip permanent, alcătuite din toroane de tip 3WS Y1860 S7 având următoarele specificații:

- Arie armatura toron $A_t=420 \text{ mm}^2$
- Rezistența caracteristică a armăturii corespunzătoare unei deformații specifice de 0,1%, $F_{t0.1k}=1670 \text{ N/mm}^2$
- Diametru foraj: $D_f=140 \text{ mm}^2$
- Lungime bulb: $L_{tb}=9\text{-}10 \text{ m}$
- Lungime liberă: $L_{tf}=18,1\text{-}25,1 \text{ m}$
- Unghiul de înclinare a ancorajului față de orizontală: $\beta=15^\circ$.

Prezentul articol a tratat în prima etapă metoda 3 de încercare a ancorajelor permanente, continuând cu prezentarea în următoarele articole a rezultatelor în urma încercărilor, interpretarea lor, comportamentul pereților mulați după excavarea pământului din tranșee și după tensionarea ancorajelor.

Bibliografie

1. pr EN 1992-1-5, Eurocod 2. Calculul structurilor din beton. Partea 1-5: Precomprimare cu armături fără aderență.
2. SR EN 1537: 2013, Execuția lucrărilor geotehnice speciael. Ancoraje în teren.
3. SR EN 1997-1:2004, Eurocod 7. Proiectare geotehnică. Partea 1: Reguli generale.
4. ST 009-2005, Specificație tehnică privind cerințe și criterii de performanță pentru armături

Implementarea sistemelor de monitorizare a structurilor de poduri

Scutaru Maria-Cristina

doctorand, Facultatea de Constructii și Instalații Iași, scutaru.mya@gmail.com

Rezumat

Utilizarea sistemelor de tipul Structural Health Monitoring (SHM) a cunoscut o dezvoltare rapidă într-un timp relativ scurt (mai puțin de un secol). Acest lucru se datorează în primul rând nevoiei administratorilor structurilor de poduri de a le menține în stare optimă de funcționare cât mai mult timp posibil. Eficientizarea lucrărilor de întreținere și a celor de reparații conduce la o creștere a duratei de exploatare a structurii, având ca rezultat beneficii materiale care pot fi orientate către sectorul investițiilor. Obiectivul principal al acestui articol este de a realiza o scurtă prezentare a aplicabilității sistemelor de monitorizare, atât a structurilor noi sau a celor aflate în construcție, cât și a celor în exploatare, alături de scopul implementării unui astfel de sistem. În ultimul rând, articolul prezintă două exemple de structuri care beneficiază de urmărirea comportării în timp.

Cuvinte cheie: Structural Health Monitoring (SHM), poduri, întreținere, reparații.

1. INTRODUCERE

Sistemele de monitorizare a structurilor de poduri, denumite în literatura de specialitate Structural Health Monitoring (SHM), sunt un domeniu relativ nou, cunoscând o viteză mare de dezvoltare mai ales în a doua jumătate a secolului trecut. Acest fapt se datorează în primul rând progresului tehnologic și a cercetării în domeniul construcțiilor, dar și a interesului tot mai mare a administratorilor structurilor de poduri pentru menținerea acestora la un nivel optim de performanță cât mai mult timp posibil, utilizând resurse financiare limitate. O altă explicație este reprezentată de îmbătrânirea podurilor existente, ce conduce la creșterea foarte mare a fondurilor necesare atât pentru inspectarea structurilor cât și pentru realizarea lucrărilor de întreținere și reparații.

De-a lungul timpului, odată cu utilizarea sistemelor SHM, s-au îmbunătățit cunoștințele existente în ceea ce privește apariția proceselor de degradare, dezvoltarea lor și a modului în care aceste procese afectează structura [10]. Cu ajutorul sistemelor SHM se realizează depistarea degradărilor aflate în fază incipientă, fiind mai ușor de reparat. Astfel, administratorul este nevoit să suporte un efort financiar mult mai scăzut pentru aducerea structurii la condiția inițială.

Unul dintre obiectivele principale ale implementării sistemelor SHM este punerea la dispoziția administratorilor a cât mai multe informații posibile, actualizate la zi, despre condiția actuală a structurilor monitorizate [7]. Prin intermediul informațiilor înregistrate pentru acea structură se determină necesarul de lucrări ce urmează a fi realizate și costul lor. În cazul în care mai multe structuri aflate în patrimoniul aceluiași administrator beneficiază de posibilitatea monitorizării parametrilor prin intermediul acestui sistem, se pot realiza prioritizări ale lucrărilor ce urmează a fi executate în următoarea perioadă, conform bugetului avut la dispoziție.

Scopul principal al articolului de față este de a prezenta beneficiile implementării sistemelor SHM. În capitol 4 sunt prezentate două exemple de structuri care beneficiază de monitorizarea permanentă a stărilor tehnice prin intermediul sistemelor prezentate anterior.

2. APLICAREA SISTEMELOR SHM

Utilizarea anumitor tipuri de sisteme SHM, a căror schemă de funcționare se poate găsi în figura 1, este indicată de o serie de factori precum geometria deformațiilor, proprietățile materialelor din care este construită structura, forțele interne și tensiunile localizate în zonele critice ale acesteia, dar și proprietățile mecanice ale ei. Datele necesare pentru realizarea unei predicții cât mai exacte a comportării viitoare a structurii pot fi colectate prin măsurarea și urmărirea evoluției încărcărilor la care aceasta este supusă, alături de răspunsul ei, a modificărilor structurale și a lucrărilor de întreținere și reparații realizate de-a lungul timpului. În cele ce urmează sunt prezentate obiectivele implementării sistemelor SHM atât pentru structurile noi, cât și pentru cele existente.

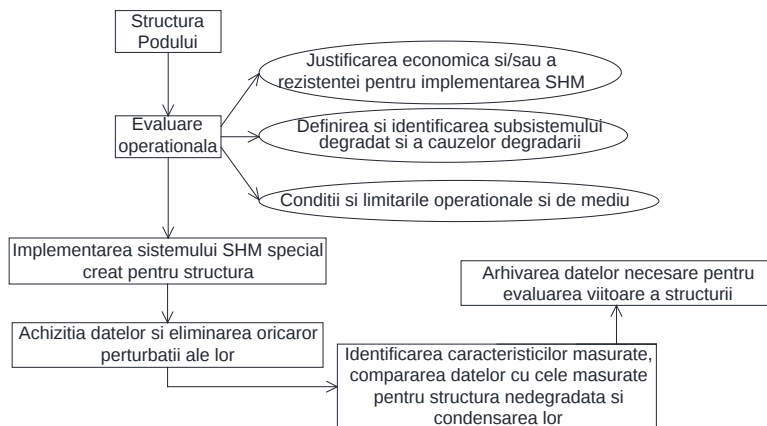


Fig. 1. Schema de aplicare a unui sistem SHM

2.1. Sistemele SHM aplicate pentru structurile noi sau pentru cele aflate în construcție

Principalul obiectiv al implementării sistemelor SHM pe structurile de poduri aflate în construcție sau care sunt relativ noi, este reprezentat de nevoia de acumulare a datelor care să descrie eficient forțele intrinseci dezvoltate în cadrul structurii și de apariția unor posibile distorsiuni cauzate de tensiunile din această fază. În ultimul deceniu tot mai multe structuri de o importanță semnificativă pentru societate au beneficiat de încorporarea, încă din faza de construcție, a unor sisteme de monitorizare proiectate special pentru a putea determina apariția oricăror schimbări ale parametrilor structurali și pentru a realiza verificarea proceselor tehnologice ce fac parte din cadrul lucrărilor de construcție și montaj.

Eficacitatea monitorizării încă din faza de construcție este scoasă în evidență mai ales în cazul acțiunilor de prevenire a apariției oricăror posibile degradări ale geometriei structurii. Aceste degradări sunt cauzate de greșeli de montaj a elementelor componente ale structurii sau a instrumentelor necesare pentru monitorizarea mediului înconjurător cu scopul de a preveni și depista apariția oricăror evenimente care ar putea conduce la degradări ale structurii monitorizate. Cel mai important beneficiu al sistemelor SHM este utilizarea lor în cadrul programelor de management al riscurilor încă din faza de construcție. Aceste riscuri apar datorită faptului că structura este incompletă, fiind astfel vulnerabilă la producerea de accidente sau calamități.

În cazul structurilor noi, proiectarea sistemului de monitorizare, de achiziție a datelor și de stocare a lor se realizează în timpul proiectării structurii respective. Inginerii preferă ca proiectul sistemului SHM să fie integrat direct în cadrul proiectului tehnic pentru a putea fi realizat și activat încă din timpul execuției lucrării. Acest lucru se datorează dorinței și nevoiei lor de a valida ipotezele făcute în timpul calculelor de proiectare privind forțele, reacțiunile și deplasările structurii care apar în timpul proceselor constructive. Un alt avantaj al implementării sistemelor SHM în această fază este reprezentat de rapiditatea cu care pot fi luate măsurile corective ce se impun în cazul în care sistemul indică necesitatea modificării anumitor parametri. Prin aceste intervenții se realizează controlul riscurilor de apariție a defectelor și deformațiilor încă din această fază. Astfel, sistemul oferă și posibilitatea controlului și a atenuării posibilelor erori de proiectare și de construcție care, dacă ar fi descoperite într-o etapă avansată a realizării construcției, ar conduce la întârzieri importante și la o creștere a costului respectivei lucrări [4].

2.2. Sistemele SHM aplicate pentru structurile existente

Datorită limitărilor bugetare prezente la nivelul administratorilor structurilor de poduri, proiectanții și constructorii sunt nevoiți să dezvolte metode noi care să

conducă la reducerea costurilor de construcție și de întreținere cât mai mult posibil, dar și pentru creșterea durabilității. În zilele noastre, cea mai mare parte a infrastructurii rutiere este deja construită, fiind necesară doar menținerea acesteia în condiții optime de exploatare și siguranță. Execuția unor asemenea lucrări necesită, în unele cazuri, fonduri mai mari decât dacă s-ar fi ales înlocuirea structurii respective [7].

Autorii studiului [9] consideră că un pod aflat în exploatare, supus încărcărilor permanente, utile și a factorilor de mediu, va suferi degradări și eroziuni care vor duce, în timp, la scăderea indicelui de stare tehnică a structurii respective, a siguranței și a durabilității ei. Datorită acestui lucru se recomandă efectuarea de teste nondistructive la perioade de timp regulate atât în perioada de construcție a podului, cât și în cea de exploatare. Testele au scopul de a ține sub control apariția și dezvoltarea defectelor și degradărilor și de a asigura un grad sporit de siguranță din punct de vedere social, economic și științific.

În timp, structurile suferă tot mai multe degradări datorită procesului de îmbătrânire. Administratorii aleg să implementeze un sistem SHM pentru o structură existentă cu scopul de a identifica apariția proceselor de degradare, dar mai ales pentru realizarea estimării evoluției lor. Această estimare este foarte importantă pentru planficarea bugetelor necesare întreținerii pe termen scurt și mediu. În același timp, sistemele SHM sunt folosite de către cercetători pentru a putea înțelege cauzele apariției diferitelor tipuri de degradări [4].

3. SCOPUL IMPLEMENTĂRII UNUI SISTEM SHM

Sistemele SHM sunt utilizate în principal pentru obținerea datelor necesare pentru identificarea globală a parametrilor structurali și planficarea lucrărilor de întreținere și reparații. În același timp, datele pot fi utilizate pentru îmbunătățirea normelor de proiectare și a diagnosticul condiției structurii pre- și post- hazard. Astfel, sistemele SHM sunt considerate instrumentul folosit cel mai frecvent în determinarea caracteristicilor structurale și în realizarea evaluării stării tehnice a podului [3].

În articolul [6], autorul afirmă faptul că scopul implementării unui sistem SHM și, prin urmare, a urmăririi comportării în timp a unui pod, este reprezentat de necesitatea cunoașterii evoluției performanței lui și a datelor necesare pentru o evaluare cât mai corectă a aptitudinii acelei structuri pentru exploatare. Studiind datele astfel colectate, administratorul poate întocmi o listă cu măsurile de intervenție recomandate a fi luate pentru menținerea sau/și refacerea structurii monitorizate.

Administratorii structurilor de poduri consideră că sistemele SHM sunt capabile să estimeze peste cât timp va apărea cedarea structurii, să asigure o evaluare cost/beneficiu cât mai exactă și o analiză a ciclului vieții [3].

Sistemele de monitorizare de tipul SHM au următoarele obiective principale [6], [8]:

- Validarea presupunerilor și a parametrilor utilizați în proiectare care aduc beneficii în îmbunătățirea normelor tehnice și a codurilor de proiectare.
- Detectarea anomaliilor apărute în cadrul încărcărilor și a răspunsului structurii, dar și a posibilelor defecte și degradări încă din fază incipientă a lor pentru asigurarea siguranței structurale și operaționale.
- Oferirea de informații în timp real necesare pentru evaluarea imediată a gradului de siguranță a structurilor.
- Asigurarea evidențelor și interacțiunilor necesare pentru planificarea și prioritizarea inspecției podurilor, a lucrărilor de reabilitare, de întreținere și reparații.
- Monitorizarea reparațiilor și a reconstrucției cu scopul evaluării eficienței lucrărilor de întreținere și reabilitare.
- Obținerea unei cantități masive de date utilizate mai apoi în cadrul proiectelor de cercetare în domeniu.

Instalarea unui sistem SHM prezintă o serie de avantaje, după cum urmează [5]:

- Reducerea interferențelor măsurătorilor cu traficul.
- Reducerea cheltuielilor necesare pentru accesul la structura monitorizată și pentru organizarea inspecțiilor.
- Monitorizarea facilă a elementelor structurale la care accesul este îngreunat.
- Evaluarea mult mai precisă a stării de degradare a structurii.
- Realizarea mai ușoară a predicției în ceea ce privește modul de evoluție a degradărilor.
- Furnizarea de date necesare pentru luarea măsurilor preventive ce se impun în cazul nivelelor scăzute de degradare.
- Furnizarea datelor utilizate la definirea strategiilor de întreținere și reparații ținând cont atât de nivelul actual cât și de evoluția degradărilor.
- Evaluarea eficienței lucrărilor de reparații executate.
- Luarea deciziilor privind necesitatea altor inspecții și teste.

Implementarea unui sistem SHM se face după o analiză cât mai exactă a nevoilor structurii avute în considerare, deoarece este foarte important tipul parametrilor ce se doresc a fi monitorizați. Aceștia depind de configurația structurală a podului, de materialele din care este construit și de mediul înconjurător. În literatura de specialitate, cercetătorii încadrează acești parametri fizici în 4 categorii [13]:

- Parametri ce țin de mediul înconjurător (vânt, temperatură, umiditate, seism, etc.).
- Parametri ce țin de încărcările operaționale (trafic).

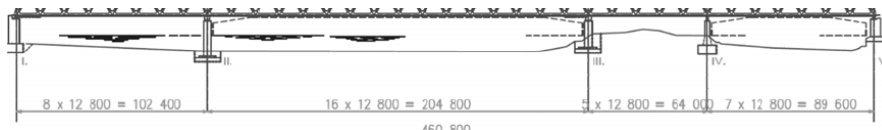
- Parametri ce țin de caracteristicile structurii (caracteristici statice și dinamice).
- Parametri ce țin de răspunsul structurii (forțele din cabluri, acumularea oboselii, etc.).

4. EXEMPLE DE STRUCTURI DIN ÎNTREAGA LUME MONITORIZATE UTILIZÂND SISTEMELE SHM

4.1. The Port Bridge (Bratislava - Slovacia) [2]

4.1.1. Structura podului

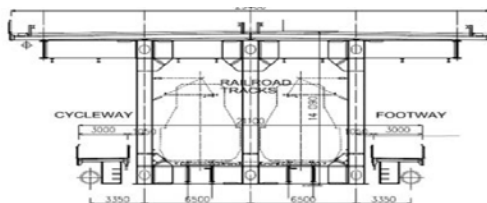
The Port Bridge este amplasat în Portul Bratislava, capitala Slovaciei. Structura traversează Dunărea, fiind un pod combinat, de cale ferată și șosea. Din punct de vedere constructiv, podul are lungimea totală de 460,8 m, fiind o structură continuă cu 4 deschideri având lungimi diferite. Valorile acestor deschideri sunt 102,4 m, 64 m și 89,6 m, așa cum se poate observa și în figura 2a.



a. Schiță vedere longitudinală sudică



b. Imagine vedere longitudinală nordică



c. Secțiune transversală

Fig. 2. The Port Bridge [2]

Podul a fost deschis traficului în anul 1985. În secțiune transversală (figura 2c) se poate observa dispunerea a 3 grinzi metalice având înălțimea de 11,7 m și o distanță interax de 6,5 m. În partea superioară a structurii este dispus un platelaj cu structură mixtă, oțel-beton, ce susține o parte componentă a autostrăzii Slovace D1. La partea inferioară sunt amplasate două linii de cale ferată și două trotuare la exteriorul grinzilor metalice, în consolă. În momentul proiectării, inginerii de specialitate au considerat ca suficientă o capacitate a structurii de 50.000 vehicule pe zi. Datorită ritmului accelerat de dezvoltare a zonei și a faptului că The Port Bridge este cel mai utilizat pod al Slovaciei, numărul de vehicule în 24 de ore s-a dublat.

4.1.2. Modelarea structurii utilizând Metoda Elementului Finit și analizarea rezultatelor

Autorii lucrării [2] au modelat structura în programul ANSYS utilizând elemente de tipul barelor și a plăcilor. Scopul acestui studiu a fost de a calcula frecvențele naturale și modurile proprii de vibrație. Pentru a estima solicitările din trafic, au fost aplicate încărcări mobile, opțiune disponibilă în cadrul programului folosit. Structura modelată prin Metoda Elementului Finit este reprodusă în figura 3.

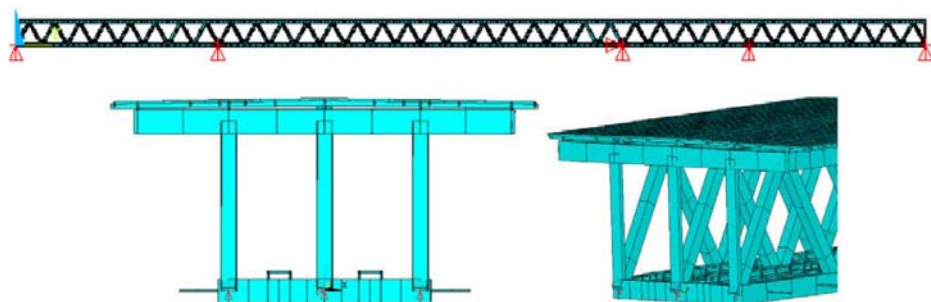


Fig. 3. The Port Bridge – Modelare în cadrul programului ANSYS [2]

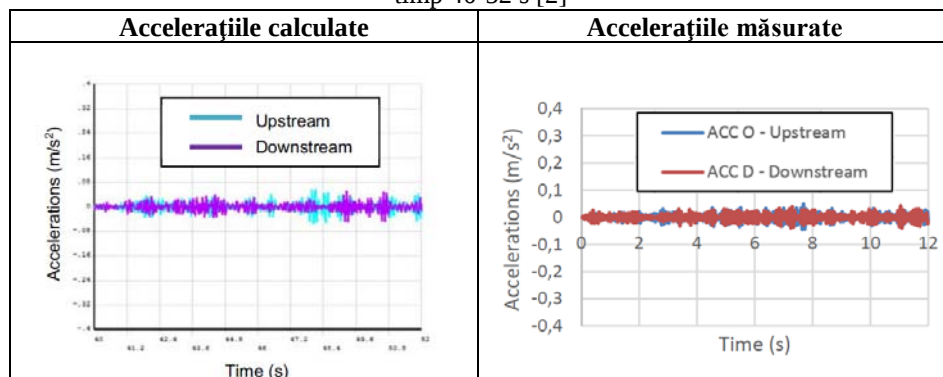
4.1.3. Efectuarea măsurătorilor in-situ și compararea rezultatelor cu cele obținute utilizând programul ANSYS

Dorindu-se o analiză *in-situ* a structurii, cercetătorii [2] au decis amplasarea a 12 accelerometre NI 9074, a 8 accelerometre NI 9144, a 8 accelerometre NI 9067, a 2 antene WiFi și a unui dispozitiv de stocare a datelor [12].

Una dintre cele mai importante aspecte ale măsurătorilor a fost sincronizarea dintre identificarea tipului de vehicul care traversează structura și înregistrarea datelor. În acest scop a fost utilizată o cameră de luat vederi și o tabletă amplasată lângă cameră, corelația dintre măsurători și imaginile captate fiind de maximum 0,2 s. Acuratețea de localizare a vehiculelor angajate în traversarea podului a fost de maximum $\pm 5\text{m}$.

În cadrul tabelului 1, autorii cercetării [2] oferă o comparație între rezultatele accelerațiilor verticale calculate pentru deschiderea maximă a structurii și valorile măsurate în același punct pe structura reală. Astfel, se poate observa că valoarea de vârf a accelerației a fost de $0,06 \text{ ms}^{-2}$ pentru ambele cazuri. Realizând o comparație asemănătoare și în cazul frecvențelor, autorii au concluzionat faptul că rezultatele obținute folosind analiza numerică sunt similare cu cele obținute în cadrul măsurărilor *in-situ*.

Tabel 1. Comparație între accelerațiile verticale la baza structurii măsurate în intervalul de timp 40-52 s [2]



4.2. Sydney Harbour Bridge (Sydney - Australia) [1]

Conform autorilor studiului [1], pentru instrumentarea podului Sydney Harbour Bridge s-a folosit un sistem SHM unic, responsabil cu urmărirea a mai mult de 400 de substructuri. Acest sistem a fost implementat începând cu anul 2014.

4.2.1. Structura podului

Podul Sydney Harbour Bridge (figura 4) reprezintă cea mai importantă conexiune dintre partea nordică a metropolei Sydney și centrul ei.

În secțiune transversală (figura 5) se pot observa prezența a 6 benzi de circulație pentru vehicule, a 4 linii destinate transportului în comun și a 2 trotuare. Într-o zi obișnuită, structura este traversată de zeci de mii de vehicule.



Fig. 4. Sydney Harbour Bridge [15]

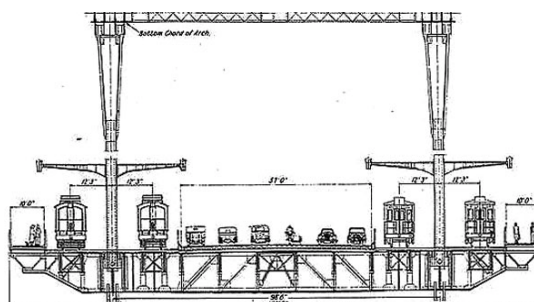


Fig. 5. Sydney Harbour Bridge – Secțiune transversală [14]

Echipa de cercetători care s-a ocupat de dezvoltarea proiectului de monitorizare din cadrul articolului [1] au considerat a doua bandă destinată vehiculelor, aflată pe partea estică a structurii, ca fiind cea mai solicitată. Din punct de vedere constructiv, banda descrisă constă într-o suprafață de asfalt așezată pe un platelaj de beton aflat în conlucrare cu structura metalică. Aceasta este formată din arce, fiind dispuse 800 pe o distanță totală de 1,2km (figura 6). Datorită dispunerii, arcele sunt greu accesibile, fiind inspectate de 2 ori pe an, în conformitate cu standardele de inspecție vizuală aflate în vigoare în Australia.



Fig. 6. Sydney Harbour Bridge – Serie de 9 arce care susțin banda analizată [1]

Autorii articolului [1] au implementat un sistem SHM de monitorizare continuă a tuturor celor 800 de arce. În cazul în care este depistată prezența oricărei anomalii, sistemul alertează managerii structurii și pe inginerii responsabili cu efectuarea

inspecțiilor. Aceștia programează imediat o inspecție vizuală și efectuarea lucrărilor necesare pentru remedierea degradării, fără a afecta traficul. Sistemul SHM creat pentru structura analizată include senzori, un mediu de transport a datelor (cabluri), o unitate de stocare și de analiză și un tablou a tuturor datelor înregistrate. Acesta asigură informațiile relevante despre starea de degradare a fiecărui arc component, dar poate oferi și recomandări asupra lucrărilor necesare a fi realizate pentru remedierea lor [11].

4.2.2. Sisteme de achiziție a datelor

Pe fiecare arc au fost montate câte 3 accelerometre tri-axiale de tip MEMS (figura 7), unul lipit de partea superioară a arcului și alte 2 în fiecare parte a senzorului. Utilizarea continuă a celor 2400 de accelerometre montate pe întreaga structură produc aproximativ 1 TB de informații pe zi. Datorită acestui volum mare, s-a ales instalarea pentru fiecare arc a unui nod de calcul conectat la cei 3 senzori, responsabil cu filtrarea, procesarea și analiza datelor colectate, transmițând către unitatea centrală doar acele date importante pentru structură [11].

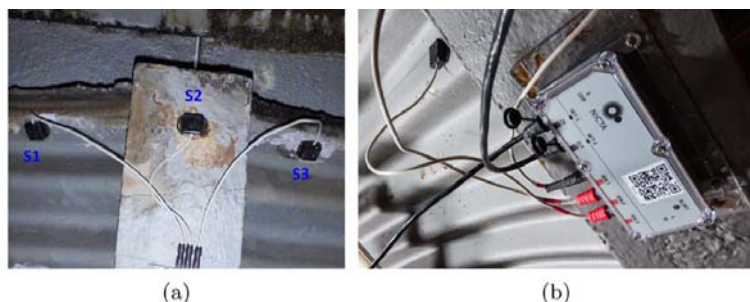


Fig. 7. Sydney Harbour Bridge – a. Poziționarea a 3 accelerometre tri-axiale responsabile cu monitorizarea unui arc, b. Nod de calcul conectat la cei 3 senzori [1]

Într-o zi obișnuită, colectarea datelor constă în 2 faze: faza de producere și faza de colectare. În faza de producere, datele de la senzor sunt procesate direct în nod producând o listă scurtă cu informații despre starea de degradare. Această listă este transmisă către baza de date generală a podului. În faza de cercetare, datele produse de senzor sunt păstrate în nodul de calcul și transmise către baza de date generală, la intervale precise de timp.

Cercetătorii responsabili cu realizarea studiului [1] au propus utilizarea Momentelor Spectrale (SM – Spectral Moments) pentru măsurarea accelerațiilor de răspuns ale structurii. SM a unui semnal este format din Densitatea de Putere Spectrală (PSD – Power Spectral Density) ce conține informații importante despre caracteristicile majore ale structurii. În plus, este capabil de a caracteriza atât semnalele cu caracter spațial, cât și temporal putând detecta orice anomalie apărută în cadrul semnalului. PSD poate cuantifica nivelul energetic al semnalului utilizând

o lățime de bandă de interes pentru a nu cauza o lipsă a informațiilor și un număr limitat de moduri proprii de vibrații.

4.2.3. Studii de caz efectuate asupra structurii

În cadrul lucrării [1], autorii au efectuat 5 studii de caz pentru a putea demonstra eficacitatea sistemului propus.

Primele 4 studii și-au canalizat atenția pe identificarea unui arc asupra căruia plana suspiciunea existenței unei degradări. Fiecare studiu a implicat un număr relativ mic de arce datorită volumului mare de date. Pentru fiecare arc, cauza exactă a apariției degradărilor fusese deja identificată în cadrul inspecțiilor vizuale anterioare realizării cercetării. Abordarea propusă este foarte utilă în cazul în care o anumită degradare a fost descoperită în cadrul inspecțiilor precedente și se dorește monitorizarea evoluției acesteia.

Al cincilea studiu de caz și-a propus să demonstreze faptul că abordarea propusă poate fi folosită și la identificarea un arc cu probleme fără a cunoaște deja despre ce arc este vorba. În cadrul acestui studiu au fost analizate 85 de arce pentru o perioadă de 22 zile în luna iulie a anului 2015. Scopul acestei abordări a fost de a grupa nodurile în funcție de comportamentul lor. Orice anomalie determinată este analizată pentru a descoperi cauza apariției sale. Această abordare este necesară pentru monitorizarea întregii structuri și pentru determinarea apariției degradărilor.

5. CONCLUZII

Dezvoltarea sistemelor SHM reprezintă o adevărată provocare pentru inginerii responsabili atât cu administrarea structurilor, cât și cu proiectarea lor și a lucrărilor de reabilitare.

Utilizarea sistemelor integrate de monitorizare de tipul SHM au ca efect îmbunătățirea cunoștințelor disponibile în domeniul comportării mecanismelor individuale componente ale structurii, a interacțiunii dintre aceste mecanisme sau chiar a întregii structuri. Sistemele utilizate joacă un rol esențial în luarea celor mai bune decizii cu privire la momentul în care este oportună intervenția asupra structurii degradate, dar și a lucrărilor necesare a se executa pentru aducerea acesteia la starea inițială. În același timp, sistemele analizate reprezintă un instrument foarte important pentru realizarea planificării bugetare. Astfel, cu ajutorul său, această planificare se va baza pe nevoile concrete ale rețelei rutiere, lucrările de intervenție făcându-se la timp și împiedicând dezvoltarea degradărilor și afectarea structurii.

În timp, implementarea acestor sisteme conduce la scăderea costurilor necesare realizării inspecțiilor și a lucrărilor de întreținere, reparații și reabilitare, dar și a celor cauzate de întârzieri din trafic în timpul inspecțiilor sau a lucrărilor de remediere mult mai extinse.

Bibliografie

1. Alamdari M. M., Rakotoarivelo T., Khoa N. L. D., A spectral-based clustering for structural health monitoring of the Sydney Harbour Bridge, *Mechanical Systems and Signal Proceeding* 2017; 87: 384 – 400.
2. Ároch R., Sokol M., Venglár M., Structural health monitoring of major Danube bridges in Bratislava, *Procedia Engineering* 2016; 156: 24 – 31.
3. Catbas F. N., Susoy M., Frangopol D. M., Structural health monitoring and reliability estimation: Long span truss bridge application with environmental monitoring data, *Engineering Structures* 2008; 30: 2347 – 2359.
4. Catbas F. N. (2009), *Structural health monitoring: applications and data analysis*, In V. M. Karbhari, F. Ansari (Ed), *Structural health monitoring of civil infrastructure systems* (p. 1 - 39), Ed. Cambridge: CRC Press.
5. Comisu C. C., Integrated System for Monitoring Bridge Structures, *Intersections/Intersecții* 2008; vol 5, nr 1: 66 – 72.
6. Hann F. E. I., *Comportarea in situ a construcțiilor și aptitudinea lor pentru exploatare*, București 2012.
7. Inaudi D., SMARTEC SA (2009), Structural health monitoring of bridges: general issues and applications, In V. M. Karbhari, F. Ansari (Ed), *Structural health monitoring of civil infrastructure systems* (p. 339 - 370), Cambridge: CRC Press.
8. Ko J. M., Ni Y. Q., Technology developments in structural health monitoring of large-scale bridges, *Engineering Structures* 2005; 27: 1715-1725.
9. Liu Z., Yu Y., Liu G., Wang J., Mao X., *Design of a wireless measurement system based on WSNs for large bridges*, *Measurement* 2014; 50: 324 – 330.
10. Orcesi A. D., Frangopol D. M., Optimization of bridge maintenance strategies based on structural health monitoring information, *Structural Safety* 2011; 33: 26 – 41.
11. Runcie P., *An update on a large scale shm deployment on sydney's harbour bridge and associated reserch activities*, International Workshop on Structural Health Monitoring 2015 (IWSHM 2015), 2015.
12. Venglár M., Sokol M., Ároch R., Bidaj J., *Experience with Dynamic Measurement of the Port Bridge*, Proceedings of the 13th International Conference on New Trends in Statics and Dynamic of Buildings, oct. 15-16, 2015 Bratislava, Slovakia, Faculty of Civil Engineering STU Bratislava, 2015.
13. Wong K. Y., Ni Y. Q. (2009), Structural health monitoring of cable-supproted bridges in Hong Kong, In V. M. Karbhari, F. Ansari (Ed), *Structural health monitoring of civil infrastructure systems* (p. 371 - 411), Cambridge: CRC Press.
14. <http://sydney-harbour-bridge.bostes.nsw.edu.au/engineering-studies/engineering-graphics.php>
15. <http://traveldigg.com/sydney-harbour-bridge-new-south-wales-australia/>

Producerea betonului cu deșeuri utilizând ca agregat cenușă de furnal

Sosoi Gavril

doctorand, Facultatea de Construcții și Instalații Iași, gavril.sosoi@tuiasi.ro

Rezumat

Prezenta lucrare pune în discuție modul cum a fost utilizată cenușa ca adaos în producția de betoane. Înlocuind total sau parțial conținutul de ciment se urmărește modul cum se comportă betonul la încercările mecanice și modul cum se comportă la solicitarea de compresiune axială după expunerea sa la temperatură. De asemenea se urmărește modul de reacție la temperatură ridicată stabilindu-se proprietățile termice ale betonului în funcție de procentul de cenușă utilizat la înlocuirea cimentului.

Cuvinte cheie: beton cu volum mare de cenușă, proprietăți mecanice, conductivitate termică, impact asupra mediului

1. INTRODUCERE

Cenușa este un reziduu rezultat în urma proceselor de ardere folosind combustibili solizi. Cea mai mare cantitate de cenușă rezultă din arderea cărbunelui, milioane de tone anual, în special pentru producerea de energie electrică. Utilizarea cărbunelui pentru producerea energiei electrice în cazul centralelor convenționale se realizează la temperaturi cuprinse între 1200-1700°C, în urma acestui proces de ardere în mediu este eliberat dioxid de sulf (SO_2) și dioxid de carbon (CO_2). La nivel mondial sunt eliberate în atmosferă milioane de tone de SO_2 . Pentru a reduce emisiile de SO_2 în atmosferă s-au dezvoltat tehnologii „curate” pentru cărbune, cele mai menționate tehnologii fiind cele bazate pe pat fluidizat. Acestea presupun arderea cărbunelui alături de sol care conține calcar, acesta din urmă acționând ca un sorbent pentru dioxidul de sulf, astfel încât mare parte din SO_2 rămâne absorbită în cenușă și nu mai este necesară o curățare suplimentară a gazelor arse.

Betonul este cel mai utilizat material de construcție, pe scară largă fiind folosit la infrastructuri cum ar fi: clădiri, drumuri, poduri, baraje și multe alte facilități. În general, ingredientele betonului sunt: agregate groșiere, agregate fine, ciment și apă. De asemenea în componența betonului pot fi introduse adaosuri prin înlocuirea totală sau parțială a cimentului. Un exemplu de adaos ce poate fi utilizat este

cenușa de furnal, care, dacă va înlocui cimentul în proporție de 40-60% va conduce la clasificarea betoanelor obținute ca betoane cu volum mare de cenușă.

2. MATERIALE ȘI METODOLOGIA CERCETĂRII

2.1. Proprietăți mecanice

2.1.1. Proprietățile fizice ale agregatelor și materialele utilizate

În rețeta betonului, Hafiz și ceilalți [1], Hamdy și ceilalți [2] au realizat un amestec cu agregate granulare grosiere de până la 16 mm, nisip de maxim 5 mm ca agregat fin, ciment Portland dar și amestec de cenușă.

Hafiz și ceilalți [1] au realizat 3 grupe de mostre de beton cu deșeu conținând amestec de cenușă, conform Tabel 1.

Tabel 1. Proporțiile amestecului cu supradoză de cenușă

Amestec	Grupa 1			Grupa 2			Grupa 3		
	F50			F60			F65		
	S2	ES3	ES4	S2	ES3	ES4	S2	ES3	ES4
Ciment (kg/m ³)	194	197	200	153	156	158	134	136	137
Cenușă (%)	194	197	200	230	235	236	249	253	255
Apă (kg/m ³)	136	122	112	146	129	122	146	132	125
Apă / Raport de liant	0,35	0,31	0,29	0,38	0,33	0,31	0,38	0,34	0,32
Superplastifiant (% din raport de liant)	2	3	4	2	3	4	2	3	4
Greutatea monstreii (kg/m ³)	2467	2490	2508	2446	2474	2486	2444	2466	2478

Hamdy și ceilalți [2] au realizat 5 grupe de mostre de beton cu înlocuirea de la 0% la 100% a cimentului cu cenușă. Pentru fiecare grup au realizat 5 mostre de beton, care conțin amestec de agregate: nisip 5 mm, piatră 4,76-15,00 mm, apă, ciment tip Portland, cenușă, dar și soluție NaOH (hidroxid de sodiu).

2.1.2. Investigarea experimentală

S-au realizat încercări experimentale la compresiune pe probe din beton cilindrice având înălțimea de 200 mm și diametrul de 100 mm (Hafiz și ceilalți [1]) respectiv

cuburi de beton având dimensiunile : 100x100x100 mm, la 28 de zile de la turnare (Hamdy și ceilalți [2]).

Încercările experimentale efectuate de Hamdy și ceilalți [2] la încovoiere au fost realizate pe prisme având dimensiunile 100x100x500 mm, iar încercările experimentale pentru întindere prin despicare au fost realizate pe cilindri având 100 mm diametrul și 200 mm înălțime.

2.2. Proprietăți termice

2.2.1. Proprietățile fizice ale agregatelor și materialelor utilizate

Wei și ceilalți [3] au folosit ciment tip Portland, cenușă, agregat grosier de maxim 16 mm, iar ca agregat fin nisip de râu.

Khan și Prasad [4] au realizat 5 mostre din beton utilizând înlocuirea cimentului în procente de 0%, 20%, 40% și 60% cu deșeu tip cenușă. Au folosit de asemenea și agregate fine și granulare.

Pheng și ceilalți [5] au folosit cenușă, ciment de tip Portland, nisip de râu ca agregat fin și agregat din piatră spartă 4-20 mm.

2.2.2. Investigarea experimentală

Încercările experimentale efectuate de Wei și ceilalți [3] au fost realizate pe prisme având dimensiunile 100x100x300 mm, 100x100x500 mm, și pe cuburi standard de 150x150x150 mm, care au fost testate în perioada de maturare. După perioada de maturare probele au fost uscate la temperatură de 60 °C. După uscare acestea au fost puse într-un cuptor electronic cu ajutorul căruia temperatura era setată să se schimbe cu 5C/min, până când a ajuns la temperatura înaltă, apoi s-a continuat menținerea acestora la temperatură constantă timp de o oră, după care probele din beton au fost lăsate să se răcească la temperatura mediului ambiant; acest procedeu a reprezentat încercarea experimentală în condiții de temperatură înaltă.

Încercările experimentale realizate de Khan și Prasad [4] pe probe supuse la încălziri multiple la temperaturi de 200°C, într-un cuptor electronic, simulând astfel situații reale întâlnite în șeminee și silozuri de clincker.

Încercările experimentale efectuate de Pheng și ceilalți [5] au fost realizate în patru faze experimentale pe cuburi cu dimensiunile 150x150x150 mm, respectiv cilindri de diametru 100 mm și înălțime 150 mm. În prima fază a experimentului mostrele au fost supuse la temperatură de 20° +/- 2°C și la umiditate relativă de 95%. În faza a doua a experimentului acestea au fost supuse la temperatură de 60 C timp de 8 ore într-un cuptor cu abur, după care temperatura a fost redusă la 20°C timp în care probele s-au răcit, fiind apoi mutate în încăpere la temperatură constantă de 20°C .

În faza a treia a experimentului probele au fost expuse la temperatură exterioară în fiecare zi din luna iulie până în luna august. În ultima fază a experimentului probele s-au lăsat într-o cutie de întărit unde s-a monitorizat temperatura în timp real. După finalizarea celor patru faze experimentale s-au efectuat un test de porozitate și unul pentru migrarea rapidă a clorurilor. Probele supuse la temperatură au fost apoi testate și la rezistența la compresie.

3. REZULTATE CANTITATIVE, CALITATIVE ȘI INTERPRETĂRI

3.1. Rezultatele testelor la compresie

Testele efectuate de Hafiz și ceilalți [1] la compresie pe probele cilindrice s-au realizat la vârsta betonului de 7, 28, 56, 91 și 356 zile, iar rezultatele obținute pe cele 3 grupe sunt prezentate în figura 3.1. Rezultatele obținute arată faptul că probele de beton cu un conținut de apă mai mic au o rezistență la compresie mai mare; de asemenea, dacă este folosit superplastifiant, rezistența la compresie crește pentru toate vârstele betonului. Alte studii au arătat că reducerea cantității de apă și creșterea amestecului de superplastifiant au ca efect creșterea rezistenței la compresie.

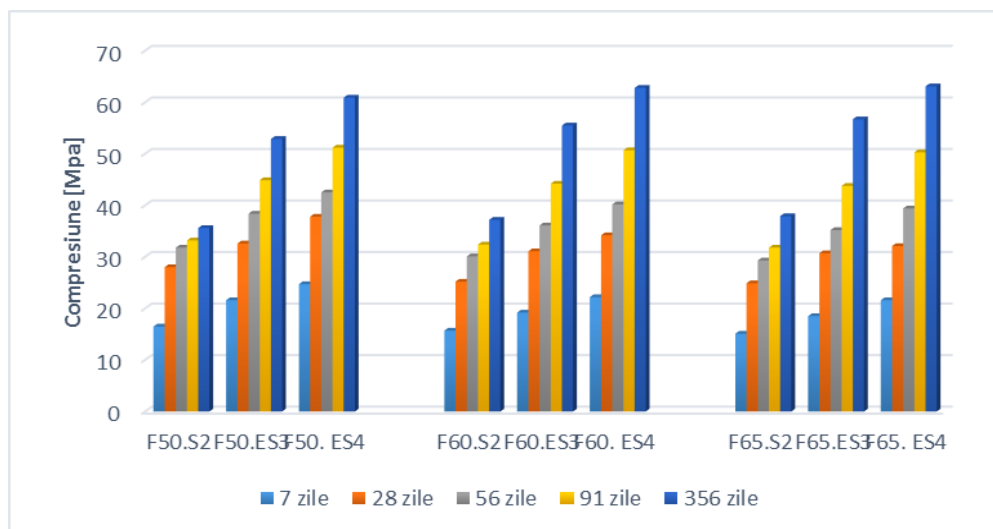


Fig. 3.1. Rezultatele testului la compresie pe epruvete cilindrice

Probele din beton au fost supuse la testele de compresie de Hamdy și ceilalți [2] după 7 respectiv 28 de zile de la întărirea betonului. S-a observat că rezistența

la compresiune crește odată cu înlocuirea a mai mult de 50 % din amestecul cu liant. De asemenea s-a mai putut observa faptul că rezistența la compresiune a crescut atunci când s-au folosit în proporții egale 350 kg de liant de materiale, față de rețeta în care s-au folosit în proporții egale 300 kg liant de materiale. Rezultatele obținute pe cele 5 grupe de mostre sunt prezentate în figura 3.2.

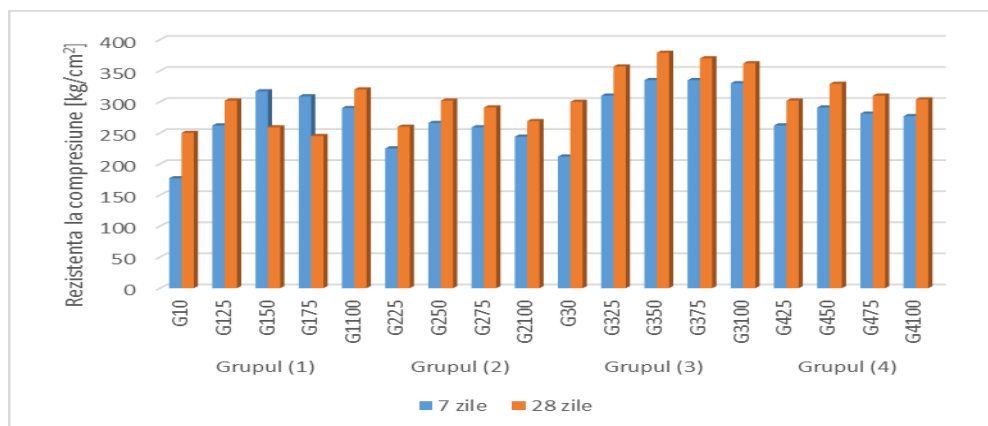


Fig. 3.2. Rezultatele testului la compresiune pe epruvetele cubice

3.2. Rezultatele testelor la încovoiere

Testele pentru rezistența la încovoiere realizate de Hafiz și ceilalți [1] sunt prezentate în figura 3.3. Se observă că rezistența crește odată cu vârsta betonului.

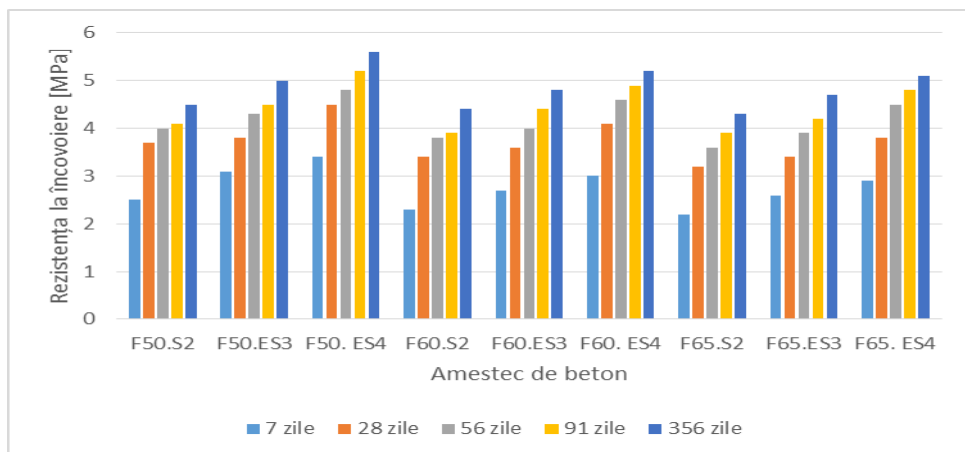


Fig. 3.3. Rezultatele testului la încovoiere

În cazul determinării rezistenței la întindere prin încovoiere realizată pe probele din beton produse de Hamdy și ceilalți [2] pentru diferite procente de înlocuire a

cimentului, valoarea maximă considerată a fost citită atunci când a apărut prima fisură; rezultatele sunt prezentate în figura 3.4.

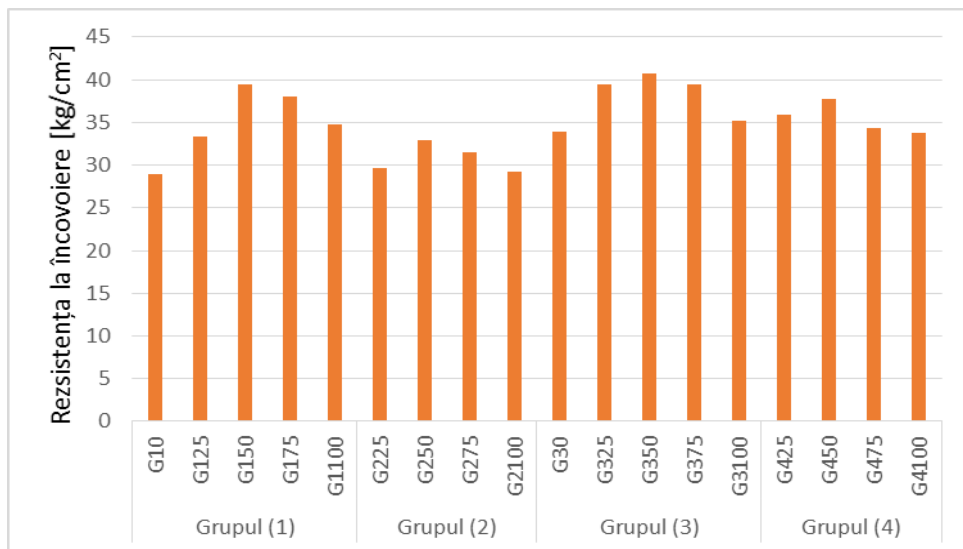


Fig. 3.4. Rezultatele rezistenței la întindere prin încovoiere

3.3. Rezultatele comportării la rupere

Rezultatele obținute pe 54 de cilindri testați de Hamdy și ceilalți [2] sunt prezentate în figura 3.5.

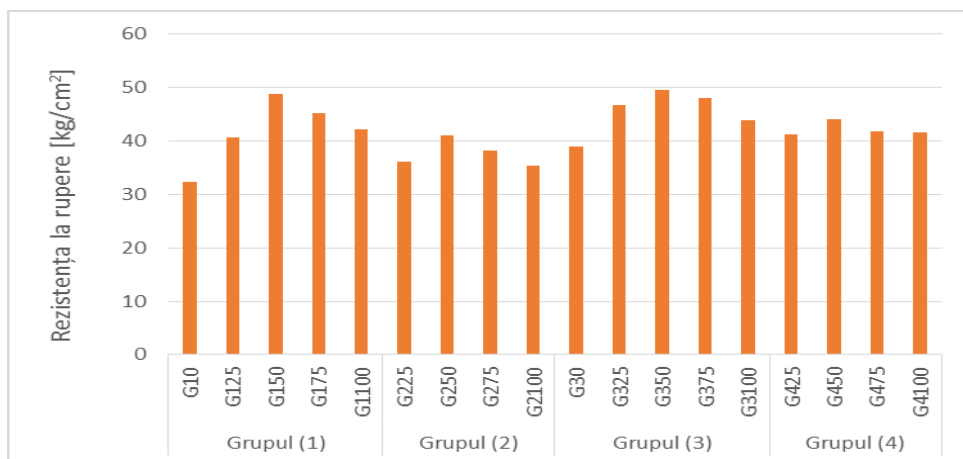


Fig. 3.5. Rezultatele rezistenței la rupere

3.4. Rezultatele probelor supuse la temperatură și rezistență la compresiune

În urma încercărilor experimentale Wei și ceilalți [3] a observat că rezistența la compresiune a betonului fără înlocuirea cimentului cu un procent de cenușă este mai mare în primele zile după turnare, dar după 90 de zile rezultatele pentru ambele tipuri de betoane sunt aceleași. Deoarece cercetătorii au înlocuit un anumit conținut de ciment cu cenușă, a fost întârziat procesul de hidratare al cimentului; în schimb, a avut loc un al doilea proces de hidratare în care s-a consumat Ca(OH)_2 , ceea ce a condus la accelerarea hidratării cimentului și astfel creșterea rezistenței la compresiune. După ce epruvetele au fost tratate la temperatura de 550°C , rezistența la compresiune a scăzut, conform Wei și ceilalți [3], cu 9,7 MPa pentru betonul fără conținut de cenușă și cu 18,2 MPa pentru betonul cu conținut de cenușă, comparativ cu probele care au fost lăsate la temperatura camerei. Wei și ceilalți [3] au observat un prim efect atunci când s-a ajuns la temperatura de 150°C , rezistența de compresiune fluctuând ca valoare între temperaturile de $150\text{--}450^\circ\text{C}$.

Efectuând teste experimentale, Khan și Prasad [4] spun că rezistența la compresiune crește odată cu numărul ciclurilor de încălzire a epruvetelor din beton care conțin cenușă. Rezultatele experimentale sunt reprezentate în figura 3.6.

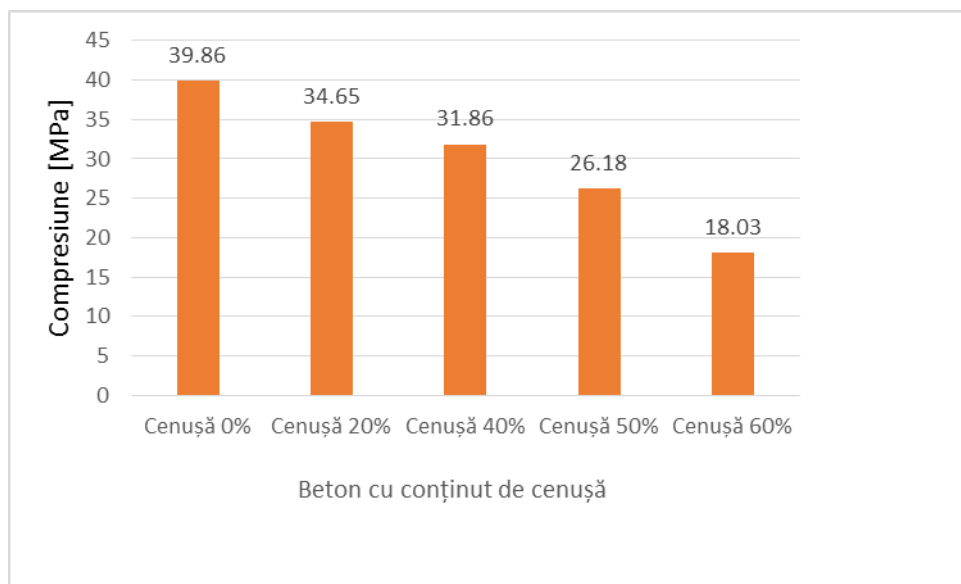


Fig. 3.6. Rezistența la compresiune a epruvetelor supuse la temperatură

În general se știe faptul că cenușă este un conductor slab de căldură, în consecință creșterea volumului de cenușă conform Khan și Prasad [4] duce la o performanță mai mare a betonului. În figura 3.7 este prezentată variația conductivității termice (k) și transmitanța termică betonului (U) în diferite procente de utilizare a cenușei ca înlocuitor al cimentului.

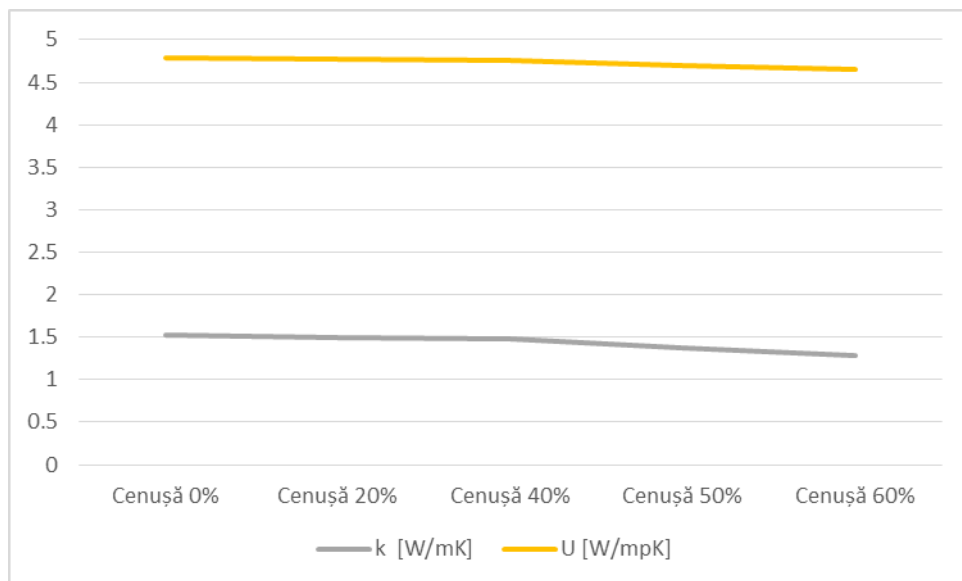


Fig. 3.7. Proprietățile termice ale betonului cu conținut de cenușă

După efectuarea experimentelor Pheng și ceilalți [5] au observat că, după ce epruvetele au fost supuse la o temperatură înaltă, rezistența acestora la compresiune este mai scăzută la o vârstă mai mică a betonului comparativ cu aceea obținută la trecerea unei perioade mai îndelungate. S-a mai observat faptul că utilizarea unui volum mare de cenușă are o influență asupra rezistenței la compresiune. Astfel, hidratarea cenușei în ciment depinde de temperatură. Așadar, temperatura înaltă face ca cenușa să reacționeze cu Ca(OH)_2 producând astfel mai multe procese de hidratare.

4. CONCLUZII ȘI DEZVOLTĂRI ULTERIOARE

(1) Volumul de cenușă înlocuit în raport cu cimentul reduce rezistența betonului la compresiune în perioada de maturare, dar odată cu trecere timpului acesta se comporta ca și betonul care nu conține cenușă.

(2) Betonului supus la temperatură înaltă îi scade rezistența astfel încât apar fisuri, ceea ce înseamnă că poate apărea riscul de a ceda la compresiune, tăiere sau forfecare.

(3) Betonul cu volum mare de cenușă nu este foarte influențat de temperatură rezultând astfel reducerea riscului de a se evapora complet apa din componența betonului, la o vârstă de până la 28 de zile, lăsând betonul să lucreze în perioada sa de viață.

(4) Betoanele cu conținut de cenușă supuse la mai multe cicluri de încălzire ajung să aibă o rezistență mai bună.

Ca dezvoltări ulterioare propun și utilizarea unor alte tipuri de deșeuri precum: deșeu de plastic (PET), cânepă, granule de polistiren și deșeuri lemnoase în componența betonului sau chiar amestec de deșeu cu cenușă precum și realizarea de experimente cu privire la rezistența betonului și modul de comportare al acestuia la temperatură înaltă, respectiv cicluri de încălzire.

Bibliografie

1. Hafiz A., Lukumon O., High volume fly ash concrete: The practical impact of using superabundant dose of high range water reducer. *Journal of building engineering* 8 (2016) 81-90
2. Hamdy K., Ahmed S., Ahmed M. Mechanical proprieties of fly ash based geopolymer concrete with full and partial cement replacement. *Construction and Building Materials* 126 (2016) 560-565
3. Wei W., Caifeng L., Yunxia L., Guanlin Y., Quingtao L. Effect of stress and high temperature on carbonation resistance of fly ash concrete. *Construction and Building Materials* 138 (2017) 486-495
4. Khan M., Prasad J. Fly ash concrete subjected to thermal cyclic loads. *Fatigue & Fracture of Engineering Materials & Structures* doi: 10.1111/j.1460-2695.2010.01438.x
5. Peng J., Linhua J., Jie Z., Zijan S. Influence of temperature history on chloride diffusion in high volume fly ash concrete. *Construction and Building Materials* 144 (2017) 677-685

Demolarea structurilor alcătuite din elemente prefabricate precomprimate

Stan Ioan-Lucian

doctorand, Facultatea de Construcții și Instalații Iași, stan.ioan.lucian@gmail.com²

Rezumat

Procesul de dezvoltare și modernizarea societății în care trăim impun corelarea clădirilor ce ne deservesc cu exigențele și normele în vigoare. Atunci când o structură nu mai poate fi reabilitată, reprezintă un risc pentru utilizatori prin nesatisfacerea exigențelor în construcții sau și-a depășit perioada de utilizare, aceasta trebuie demolată. Din acest motiv s-au elaborat o serie de tehnologii și metode de demolare a structurilor, dar o problemă sensibilă o reprezintă demolarea structurilor alcătuite din elemente prefabricate precomprimate. Această lucrare urmărește să aducă în prim plan principalele probleme pe care le întâmpinăm atunci când ne propunem să demolăm o structură alcătuită din elemente prefabricate precomprimate.

Cuvinte cheie: structură, prefabricat, precomprimat, demolare, dezafectare, armătură, pretensionat, preîntinsă, postîntinsă.

1. INTRODUCERE

Demolarea structurilor presupune o bună cunoaștere a fenomenelor implicate la nivel structural, precum și buna practică a activității de șantier. În funcție de sistemul structural al clădirii, tehnologiile și metodele disponibile, precum și de limitările impuse de autoritățile competente, se adoptă o metodă de demolare a structurii, astfel încât toate cerințele impuse anterior să fie satisfăcute. De asemenea, criteriul economic, durata de execuție a activității de demolare, postutilizarea deșeurilor rezultate joacă un rol important în abordarea acestui topic.

Cele mai uzuale tehnologii de demolare sunt următoarele:

- Tehnologii de demolare manuale: mijloace manuale și cu utilaje nespecifice;
- Tehnologii de demolare mecanizate: cu utilaje specifice demolării: clește hidraulic, macara-bilă, schele mobile hidraulice;
- Tehnologia de demolare cu jet de apă sub presiune;
- Tehnologia de demolare mecanică prin explozii și implozii controlate.

Prin impunerea tehnologiei de demolare, se realizează o serie de scenarii, denumite metode. Aceste metode descriu pașii ce trebuie urmați pentru demolarea unui obiectiv specific prin intermediul tehnologiei impuse. Pentru o tehnologie de demolare se pot elabora mai multe metode de demolare. Acestea depind de o serie de parametri cum ar fi: durata de execuție a activității, costurile implicate, restricțiile impuse de autorități, intervalele orare de desfășurare a activității (în cazul zonelor urbane aglomerate), reciclarea deșeurilor. În funcție de exigențele beneficiarului cât și a executantului, se alege o metodă de realizare a activității de demolare, care să satisfacă interesele ambelor părți.

2. ASPECTE GENERALE PRIVIND ELEMENTELE PREFABRICATE PRECOMPRIMATE

Elementele prefabricate precomprimate sunt elemente realizate din beton armat în care au fost introduse o serie de armături active, cunoscute în mod uzual sub numele de toroane, prin intermediul cărora se creează o stare de tensiune inițială în element care să contracareze tensiunile rezultate în urma solicitărilor la care este supus elementul în faza de exploatare.

În cele ce urmează vom explicita principalele tehnologii de realizare a elementelor prefabricate precomprimate.

2.1. Elemente prefabricate precomprimate cu armătură preîntinsă

Această tehnologie implică realizarea armăturii pasive și active, tensionarea în prealabil a toroanelor cu ajutorul unor bancuri și turnarea betonului în cofrajele ce conțin aceste armături. După întărirea betonului, elementul se decofrează, iar armăturile pretensionate cu ajutorul bancurilor sunt tăiate. Transferul de tensiuni de la toroane la masa de beton se realizează prin intermediul aderenței dintre beton și armătura activă, obținând astfel rezultatul scontat.

2.2. Elemente prefabricate precomprimate cu armătură postîntinsă

Această tehnologie implică introducerea unui tub ce va juca rolul de teacă pentru armătura postîntinsă, introducerea armăturii active fără tensionarea acesteia, montarea armăturii pasive, cofrarea elementului și turnarea betonului. După ce au fost atinse rezistențele minime necesare, elementul se decofrează și armătura activă se tensionează. Dispozitivele ce asigură tensionarea toroanelor transmit elementului tensiunile rezultate din întinderea acestuia, ajungând în acest fel la obiectivul scontat. Armăturile active (toroanele) se protejează în interiorul elementului prin gresare. Această gresare se realizează cu ajutorul unui material ce

prezintă proprietăți anticorozive, el fiind introdus în teaca armăturii active prin injectare.

3. DEMOLAREA STRUCTURILOR REALIZATE DIN ELEMENTE PREFABRICATE PRECOMPRIATE

3.1. Aspecte generale privind structurile realizate din elemente prefabricate precomprimate

Structurile ce sunt alcătuite din astfel de elemente sunt în general structuri cu scheme statice simple, gradul de nedeterminare statică a acestora fiind redus (de exemplu în cazul grinzilor se adoptă în mod uzual schema statică de grindă simplu rezemată), acest lucru facilitând atât construcția acestora cât și demolarea lor.

Totuși magnitudinea structurilor realizate din astfel de elemente este destul de ridicată, fiind necesară o bună cunoaștere a normelor ce tratează astfel de probleme, precum și buna practică pe șantier. Este de subliniat faptul că elementele prefabricate se proiectează pentru mai multe ipoteze de încărcare. Cea mai importantă ipoteză de încărcare este cea de exploatare. Pentru această ipoteză, proiectantul trebuie să determine încărcările și implicit solicitările la care este supus fiecare element individual, și să stabilească diverșii parametri ce trebuiesc satisfăcuți pentru ca elementul prefabricat precomprimat să fie conform. Totuși proiectantul este condiționat pe lângă criteriile de rezistență, durabilitate, etc. și de tehnologiile de care dispune executantul elementelor prefabricate precomprimate. Astfel, acesta nu va oferi întotdeauna un element care să fie cel mai eficient atât din punct de vedere a rezistenței, consumului de materiale, manoperei sau a altor factori conecși.

În România, structurile se proiectează în mod uzual pentru o durată de exploatare cuprinsă între 50-100 de ani. După perioada de exploatare pentru care a fost proiectată structura, aceasta trebuie dezafectată deoarece, din punct de vedere practic aceasta nu mai poate satisface exigențele necesare desfășurării activităților din cadrul incintei în condiții de siguranță. Totodată se crează oportunitatea de a se construi noi structuri ce se pretează mai bine noii sistematizări a infrastructurii precum și care asigură corelarea cu noile necesități ale societății.

Scenariul arătat anterior reprezintă scenariul ideal în ceea ce privește scoaterea din uz a unei clădiri, dar în funcție de evenimentele la care este supusă o clădire aceasta poate fi dezafectată și înaintea finalizării termenului de exploatare. Pe parcursul existenței unei clădiri aceasta este supusă la diverși factori nocivi cum ar fi: cutremure, incendii, inundații, erori de proiectare sau execuție, exploatarea necorespunzătoare a acesteia, care pot accentua starea de degradare. Odată cu

constatarea diferitelor neconcordanțe în ceea ce privește nesatisfacerea exigențelor în domeniul construcțiilor, structura se poate reabilita sau consolida pentru a satisface criteriile mai sus menționate. Totuși atunci când nu se mai poate realiza acest lucru, clădirea trebuie demolată pentru a nu reprezenta un risc.

3.2. Structura nu suferă degradări semnificative

În acest caz activitatea de demolare a suprastructurii este relativ intuitivă. Putem afirma într-un mod grosier că activitatea de demolare reprezintă succesiunea inversă a activității de montaj. Această afirmație este adevărată atunci când sunt satisfăcute anumite premise:

- Se cunosc toate detaliile din procesul de proiectare (faza de exploatare, faze tranzitorie: transport, montaj).
- Elementele constitutive ale structurii nu au suferit degradări semnificative ce pot cauza efecte dăunătoare. În cazul în care aceste elemente prezintă fisuri, este necesară identificarea cauzelor ce au contribuit la formarea acestora și determinarea factorului de siguranță a elementului. Prin factorul de siguranță a elementului înțelegem capacitatea elementului de a fi manipulat fără ca acesta să cedeze.
- Situația actuală a șantierului nou format. Prin această enunț aducem în vedere posibilitatea că situația amplasamentului în care se află structura ce urmează a fi demolată poate să fie diferită de situația amplasamentului în momentul construirii acesteia. Acest lucru poate reprezenta un impediment deoarece este probabil să nu se poată introduce în acel amplasament mijloacele necesare scoaterii din uz a structurii. Facem referire în mod principal la macarale, mijloace de transport a elementelor prefabricate, etc. În cazul în care nu se poate asigura demontarea și implicit transportul elementelor prefabricate la amplasamentul unde urmează să fie dezafectate, dezafectarea acestora se va realiza pe amplasamentul structurii chiar dacă acestea încă prezintă integritatea structurală.
- Îndepărtarea elementelor de monolitizare, a suprabetonărilor sau a altor elemente conexe trebuie realizată în așa fel încât elementele prefabricate precomprimate să nu sufere degradări în urma acestui proces.

Odată ce toate condițiile necesare pentru scoaterea elementelor din structură sunt satisfăcute, acestea sunt transportate la amplasamentul unde urmează a fi dezafectate. În funcție de tipul elementului ce urmează a fi dezafectat ne confruntăm cu diferite particularități. Vom exemplifica în cele ce urmează particularitățile dezafectării elementelor prefabricate pretensionate cu armătură preîntinsă aderentă și a elementelor prefabricate pretensionate cu armătură postîntinsă.

3.2.1. Dezafectarea elementelor prefabricate pretensionate cu armătură preîntinsă

Acest timp de elemente sunt cel mai des întâlnite în practica curentă. Acestea se bazează, după cum am arătat anterior, pe transmiterea eforturilor impregnate toroanelor către beton. Acest lucru se realizează datorită aderenței dintre toroane și beton. Un aspect foarte important ce trebuie avut în vedere este faptul că toroanele din acest tip de elemente înmagazinează o cantitate foarte mare de energie.

Principala problemă în ceea ce privește dezafectarea unui astfel de element odată ce a fost transportat la noul amplasament este cum distrugem betonul fără ca toroanele să elibereze brusc energia înmagazinată, putând astfel cauza accidente pe șantier. Prin însăși natura elementului, nu există dispozitive care să asigure detensionare toroanelor.

Făcând referire la tehnologiile de demolare enumerate anterior putem afirma că nu se pot folosi tehnologii de demolare manuale (mijloace manuale și cu utilaje nespecifice) sau tehnologii de demolare mecanică prin explozii și implozii controlate. Prima metodă nu se poate aplica din considerente de rezistență a betonului, elementele prefabricate precomprimate fiind realizate din betoane cu clase de rezistență foarte înalte. Implicit și cea de-a doua tehnologie de demolare enumerată anterior (explozie și implozie controlată) nu se poate aplica în această situație deoarece prin producerea unei deflagrații controlate nu putem controla modul de cedare a elementului, existând pericolul ca toroanele din element să se comporte precum un elastic de cauciuc tensionat care este eliberat brusc. Energia înmagazinată în aceste toroane prezintă un potențial de distrugere foarte mare. De asemenea și folosirea de mijloace de demolare mecanizate, cu utilaje specifice demolării este limitată. Cele mai uzuale utilaje folosite pentru acest mijloc de demolare sunt cleștele hidraulic și piconul. Se poate aplica și tehnologia de demolare cu jet de apă, întrucât și această tehnologie permite un grad de control al procesului de dezafectare foarte ridicat.

Ceea ce trebuie avut în vedere atunci când dezafectăm un astfel de element este ca distrugerea betonului să se realizeze astfel încât toroanele să își piardă aderența formată cu acesta și energia înmagazinată de toroane să fie eliberată din aproape în aproape astfel încât să nu existe eliberări bruște de tensiune.

3.2.2. Dezafectarea elementelor prefabricate pretensionate cu armătură postîntinsă

Aceste tipuri de elemente pot fi dezafectate mai ușor față de cele enumerate anterior. Odată ce elementele au fost transportate pe amplasamentul unde urmează a fi dezafectate, toroanele din componența acestora se detensionează. Pentru realizarea acestei detensionări trebuie să se intervină asupra blocatorilor. În funcție de numărul toroanelor puse în operă acestea se eliberează treptat, realizând operația

inversă tensionării. Odată finalizată această operație elementul ce urmează a fi dezafectat nu mai prezintă tensiuni interne, armăturile active (toroanele) devenind armături inerte. În continuare se procedează ca în situația detaliată anterior, cu mențiunea că toroanele pot fi scoase din interiorul elementului deoarece acestea au fost introduse în etapa de fabricare într-o teacă. Toroanele nu au aderență cu corpul de beton al elementului, ele fiind gresate în interiorul tecii cu un material ce asigură protecție anticorosivă. Materialul folosit la gresare nu prezintă proprietăți mecanice semnificative, el doar având o serie de proprietăți chimice și fizice ce asigură toroanelor conformitatea acestora pe parcursul duratei de exploatare a elementului.

3.3. Structura suferă degradări semnificative

Atunci când structura suferă degradări semnificative sau există anumite scenarii ce cer dezafectarea structurii sau a unor elemente, numărul de cerințe ce trebuie să fie satisfăcute pentru buna desfășurare a activității de demolare/dezafectare este mult mai mare. În fază incipientă excludem demolarea unei structuri realizate cu elemente prefabricate precomprimate folosind tehnologii de demolare manuale sau prin demolare mecanică prin explozii și implozii controlate.

Putem afirma că fiecare structură are propriile particularități ce depind de conformarea structurală, fluxul tehnologic disponibil desfășurării activității de demolare/dezafectare și contextul în care se află. Prin urmare nu putem emite o serie de activități ce s-ar preta operațiunii de demolare sau dezafectare pentru toate structurile, dar putem aduce în discuție o serie de impedimente ce s-ar putea ivi în desăvârșirea acestei activități.

Una dintre cerințele fundamentale ce trebuie satisfăcută este cunoașterea sistemului structurii (schema constructivă, alcătuirea elementelor, fluxurile tehnologice ce pot fi realizate pe acel amplasament). Atunci când se intervine asupra unui element ce face parte din o structură prefabricată precomprimată, există riscul schimbării schemei statice. Astfel putem ajunge la crearea de mecanisme ce pot conduce la cedarea parțială sau totală a structurii. Tocmai din acest motiv dezafectarea elementelor ce intră în componența astfel de structuri se realizează în ordinea inversă montării.

Făcând referire la specificul situații actuale (structura suferă degradări semnificative), se recurge la un artificiu pe șantier. Din moment ce elementul ce urmează a fi scos din schema structurală a clădiri nu poate fi manevrat cu ajutorul unui utilaj ridicător, deoarece există posibilitatea ca acesta să cedeze, elementului în discuție i se asigură stabilizarea prin popirea sau sprijinirea acestuia, creând astfel o nouă schemă statică. Prin modificarea schemei statice a elementului, îi asigurăm acestuia o nouă situație tranzitorie favorabilă dezafectării. În funcție de tipul elementului ce urmează a fi dezafectat – element precomprimat cu armătură

preîntinsă sau element precomprimat cu armătură postîntinsă – se efectuează o serie de operații care facilitează buna desfășurare a procesului tehnologic.

3.3.1. Dezafectarea elementelor prefabricate pretensionate cu armătură preîntinsă

Atunci când elementul este pregătit pentru scoaterea din uz, după cum este arătat la punctul 3.3, acesta este secționat cu ajutorul unor tehnologii specifice speciale (tăierea elementului folosind discuri, jeturi de apă de înaltă presiune, lance termică etc.). Se obțin astfel părți ale elementului ce pot fi manevrate relativ ușor, fără a crea situații riscante pe amplasament. Dezafectarea acestor părți de element se efectuează după cum este arătat la punctul 3.2.1.

3.3.2. Dezafectarea elementelor prefabricate pretensionate cu armătură postîntinsă

Atunci când elementul este pregătit pentru scoaterea din uz, după cum este arătat la punctul 3.3, toroanele sunt detensionate prin intermediul blocatorilor. Următorul pas este secționarea cu ajutorul unor tehnologii specifice speciale (tăierea elementului folosind discuri, jeturi de apă sub presiune, lance termică, etc.). Se obțin astfel părți ale elementului ce pot fi manevrate relativ ușor, fără a crea situații riscante pe amplasament. Dezafectarea acestor părți de element se efectuează după cum este arătat la punctul 3.2.2.

3.4. Utilizarea deșeurilor

În urma dezafectării elementelor prefabricate precomprimate rezultă o cantitate de deșeuri compusă în principal din beton și armătură. Această cantitate de deșeuri se procesează conform normelor în vigoare.

4. CONCLUZII ȘI DEZVOLTĂRI ULTERIOARE

Demolarea structurilor din elemente prefabricate precomprimate, implicit și dezafectarea acestora reprezintă etapa finală în ceea ce privește durata de exploatare a unei astfel de structuri. După cum am subliniat pe parcursul lucrării abordarea unei astfel de operațiuni ridică dificultăți în ceea ce privește tehnologiile și metodele de demolare. Am ajuns la concluzia că în majoritatea cazurilor operațiunea de demolare reprezintă succesiunea inversă a etapelor de montaj, cu condiția ca anumite elemente cheie să fie satisfăcute.

În anumite situații este necesară schimbarea schemei statice a elementului ce urmează a fi dezafectat. Buna practică pe șantier reprezintă un element cheie în desfășurarea acestei activități, deoarece situația la momentul demolării poate să difere semnificativ față de situația în momentul construirii.

De asemenea evaluarea în situ a degradărilor și determinarea factorului de siguranță a structurii joacă un rol important, deoarece prin stabilirea acestor aspecte se impune scenariul de demolare a structurii sau de dezafectare a unui element.

Procesul de demolare sau dezafectare este un proces consumator de timp și resurse. Pentru a eficientiza acest proces este necesară elaborarea unei metode care, pentru o structură dată, folosind un anumit scenariu de demolare corespunzător unei metode de demolare implicit a unei tehnologii de demolare să se parametrizeze astfel încât în funcție de particularitățile și exigențele existente să se obțină metoda optimă. Totuși nu se poate stabili un caz atât de general, fiecare structură având caracterul de unicitate, furnizarea unei metode optime reprezentând un calculul iterativ a diferitor scenarii de demolare. Această temă poate fi abordată într-o altă lucrare prin exemplificarea unui studiu de caz. Pentru aceeași structură se pot elabora o serie de scenarii de demolare corespunzătoare mai multor tehnologii de demolare și să se observe cum pentru acel obiectiv fluctuează parametrii (durata de execuție, fluxul tehnologic, costul de execuție, apariția drumurilor critice, etc.).

Bibliografie

1. Hal T. Hudgins, Demolition of concrete structures, HUDGINS & Company Inc. Demolition Specialists Atlanta, Georgia
2. G. Dreux, Practica betonului precomprimat, Editura Tehnică, București
3. I. Nicula, ș.a., Ghid practic pentru calculul elementelor de beton, beton armat și beton precomprimat, Editura Tehnică, București, 1971
4. George Laszlo, Richard R. Imper, Handling and shipping of long span bridge beams, PCI JOURNAL, noiembrie-decembrie 1987
5. I. Tuns, P. Mihai, N. Florea, Beton armat și precomprimat, Editura Universității Transilvania, Brașov, 2007
6. Zoltan Kiss, Traian Oneț, Proiectarea structurilor de beton după SR EN 1992-1, Editura Abel, Cluj-Napoca, 2008
7. I. Tuns, N. Florea, Beton precomprimat vol.1, Editura MATRIX ROM, București, 2010
8. Petru Mihai, Reinforced concrete, Editura Societății Academice Matei-Teiu Botez, Iași, 2010
9. Radu Pascu, Andrei Zybaczinski, Beton precomprimat Calcul după Eurocode 2, București 2012

Particularități ale îmbinărilor grindă-stâlp la structuri metalice în cadre etajate amplasate în zone seismice

Stașcov Mihail

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

Rezumat

Structurile metalice sunt frecvent utilizate în zonele cu activitate seismică ridicată, datorită performanțelor sporite și a execuției relativ simple și rapide. În articol sunt descrise dezavantajele tipurilor de îmbinări clasice, utilizate până la seismele din 1994 de la Northridge și 1995 de la Kobe, dar și noile tipuri de îmbinări care au fost gândite să elimine neajunsurile acestora, ce au fost optimizate pentru a avea un comportament mai bun care să asigure dirijarea articulațiilor plastice în grindă.

1. INTRODUCERE

În zonele cu activitate seismică ridicată, structurile din cadre metalice au o răspândire largă, datorită performanței seismice sporite și a execuției relativ simple și rapide. În trecut, îmbinările metalice sudate erau considerate optime din punct de vedere a rezistenței, rigidității și a ductilității (Eurocod 3 și Eurocod 8) [1, 2]. Totuși, seismele din 1994 de la Northridge și 1995 de la Kobe au demonstrat vulnerabilitatea acestor tipuri de îmbinări cu efecte distructive asupra unor structuri metalice, multe ajungând chiar la faza de colaps. Concluzia a fost că îmbinările grindă-stâlp la structurile metalice sudate sunt susceptibile la cedări premature și fragile.

Concentrările de tensiuni, defectele sudurilor și imperfecțiunile materialului sunt câteva dintre cauzele care au provocat ruperea fragilă a îmbinărilor sudate.

2. ASPECTE PRIVIND ÎMBINĂRILE STRUCTURILOR METALICE

Începând cu anul 1994, s-au efectuat numeroase cercetări pentru a crea noi tipuri de îmbinări între componentele structurilor metalice (grindă, stâlp, contravântuiri), cu un grad sporit de ductilitate și de disipare a energiei. Astfel s-a urmărit implementarea și realizarea principiului “stâlp puternic – grindă slabă”, conform căruia, articulația plastică se poate forma exclusiv în grindă și la baza stâlpului, în zona de încastrare (figura 1) [3].

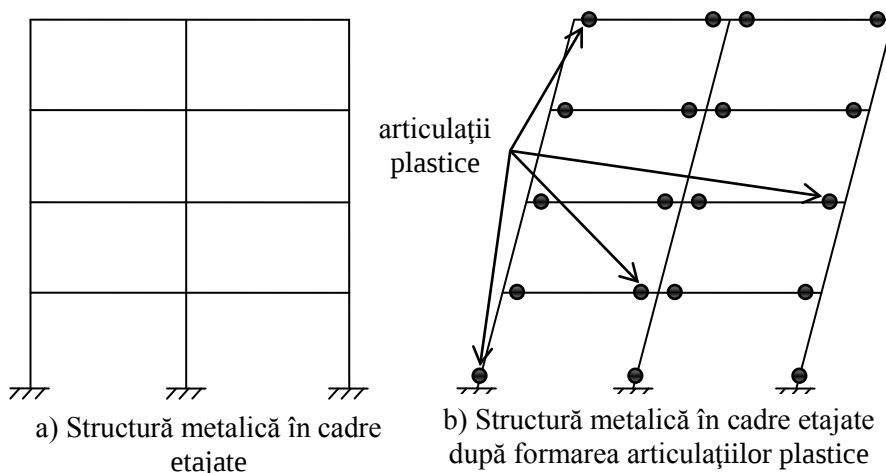


Fig.1 Principiul “grindă slabă – stâlp puternic”

Luând în considerare cerința de cedare ductilă a structurilor metalice, și anume, posibilitatea de deformare plastică fără pierderi de rezistență majoră și disipare a energiei, codurile de proiectare impun folosirea unor factori de reducere a forței seismice, ceea ce se traduce prin diminuarea semnificativă a forțelor seismice de calcul.

Din punct de vedere structural, nodul și îmbinarea sunt elemente diferite (figura 2):

- **îmbinarea** este alcătuită din componente care realizează conexiunea între grindă și stâlp - elementele din care este compusă îmbinarea sunt caracteristice fiecărei tipologii de îmbinări (de exemplu: șuruburi, placă de capăt, sudură, etc.);
- **nodul**, la rândul său este alcătuit din îmbinare și din zona de interacțiune a acesteia cu elementele îmbinate – de exemplu panoul aferent inimii profilului stâlpului preia în mod direct eforturile din îmbinare. [4]

Pentru a fi considerate noduri rezistente la moment (această categorie de noduri este subiectul studiului actual) acestea trebuie să aibă următoarele caracteristici în conformitate cu în Eurocode 3:

- rigiditate (notată cu S_{jini});
- rezistență la moment încovoietor ($M_{j,Rd}$);
- ductilitate sau capacitate de deformare plastică (ϵ_{cu}).

Aceste caracteristici pot fi ușor identificate pe relația **moment- rotire** (figura 3)[1].

Ductilitatea este o caracteristică importantă care reprezintă capacitatea de disipare a energiei și este o caracteristică impusă nodurilor structurilor din zone seismice.

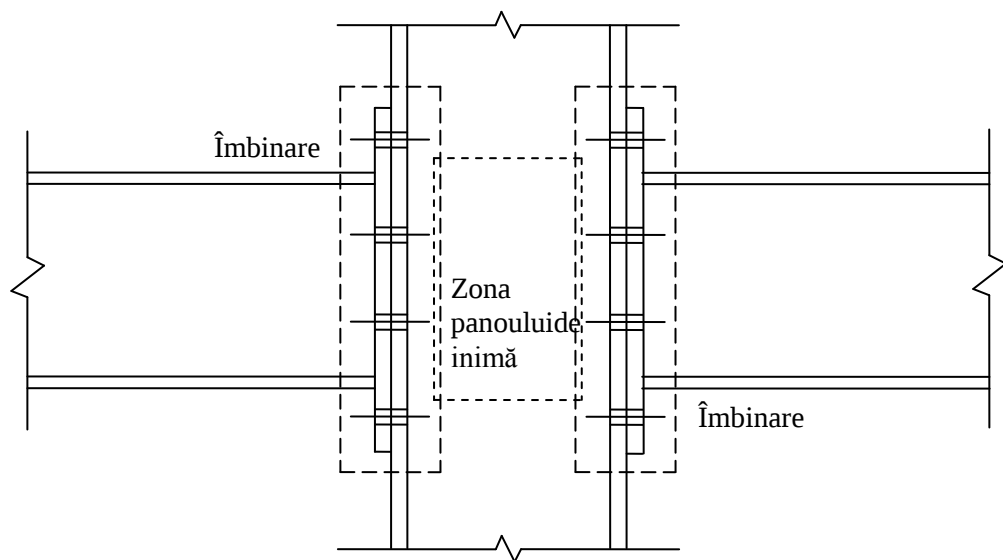


Fig. 2 Definiția nodului și a îmbinării

Înainte evenimentelor de la Northridge (1994) și Kobe (1995), nodurile grindă – stâlp erau considerate: fie perfect rigide, fie articulate. Noduri articulate sunt acelea care nu pot prelua momente încovoietoare, iar nodurile rigide sunt considerate acelea care au capacitatea să facă transferul de moment încovoietor de la un element la altul.

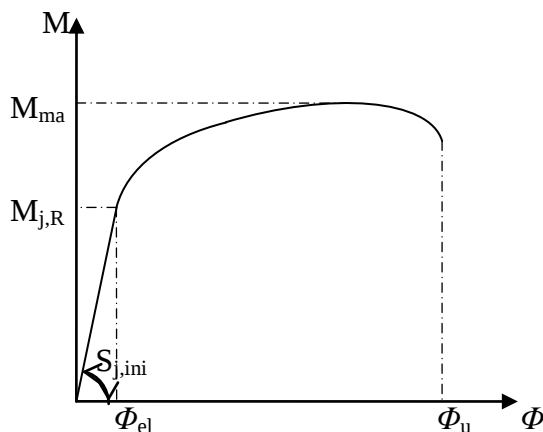


Fig. 3 Relația moment - rotire a unui nod rezistent la moment

În urma cercetărilor s-a demonstrat că multe noduri considerate rigide aveau un comportament semirigid, iar o bună parte din nodurile considerate articulate

dispuneau de o capacitate de preluare a momentului încovoietor importantă, astfel că s-a introdus noțiunea de “nod semi-rigid” (figura 4). [4]

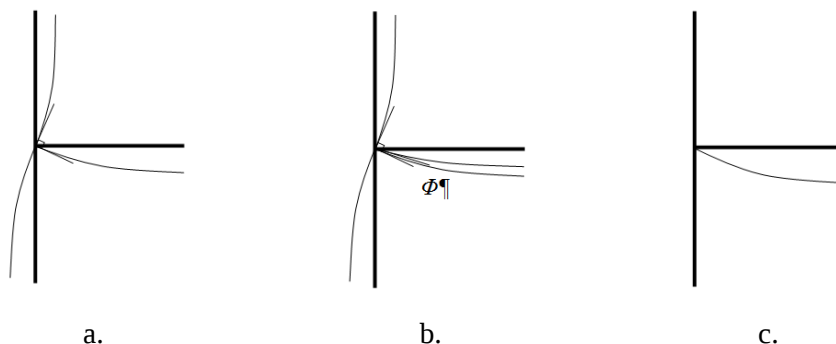


Fig.4 Tipuri de noduri funcție de relația grindă – stâlp

În funcție de rezistența la moment încovoietor, nodurile pot fi: total rezistente (figura 4.a.), parțial rezistente (figura 4.b.) și articulate (figura 4.c.) [1] (ultimele nu fac parte din subiectul studiului actual).

Pentru caracterizarea nodurilor din punct de vedere a rigidității și a rezistenței, au fost introduse trei noțiuni noi: noduri continue, noduri semi-continue și noduri simple.

3. ÎMBINARE CU PLACĂ DE CAPĂT EXTINSĂ

Îmbinarea cu placă de capăt extinsă (figura 5) a fost utilizată și înaintea seismelor de la Northridge din 1994 și respectiv Kobe din 1995.

Datorită prezenței concentrărilor de tensiuni în golurile pentru șuruburi, a fenomenelor neliniare care au loc în îmbinarea propriu-zisă, cum ar fi alunecări sau forțe de frecare care oferă îmbinării un comportament global neliniar, acest tip de îmbinare nu a avut o răspândire largă.

Îmbinarea cu placă de capăt extinsă prezintă o serie de caracteristici superioare îmbinărilor sudate cum ar fi: sudarea între grindă și placa de capăt nu mai este executată în situ (pe șantier), ci în atelier, ceea ce permite un control mai bun al calității sudurii, în condiții speciale de lucru.

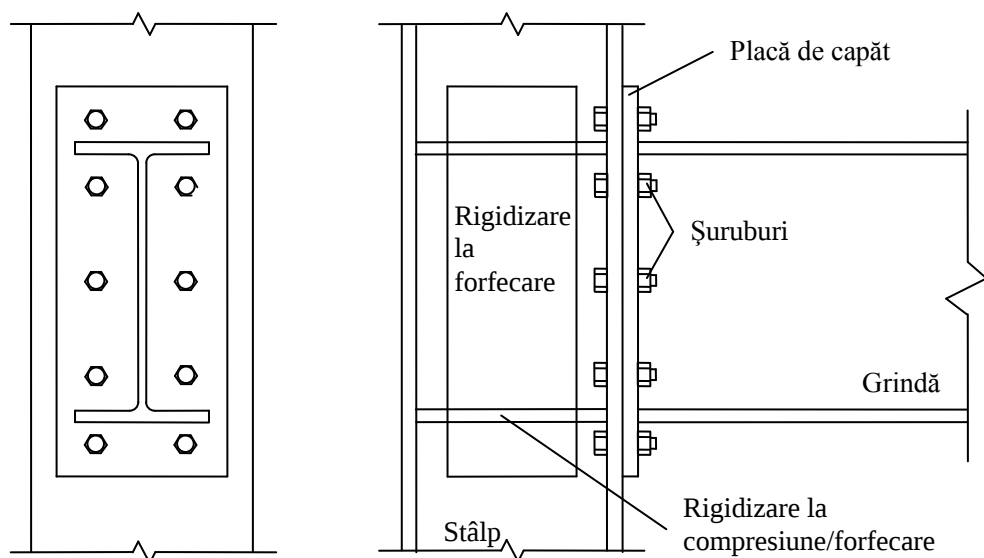


Fig.5 Îmbinare cu placă de capăt extinsă

O serie de studii ulterioare [5] au arătat că acest tip de îmbinare prezintă un comportament aproape perfect rigid atunci când placa de capăt este groasă, diametrul șuruburilor este mare și sunt prezente rigidizări pe stâlp care preiau întinderea și respectiv compresiunea transmisă de tălpile grinzii prin intermediul rigidizărilor de pe inima stâlpului. În acest fel sunt preluate eforturile de forfecare din panoul aferent de pe inima stâlpului.

Îmbinare cu placă de capăt extinsă prezintă caracteristici semirigide în cazul în care sunt eliminate rigidizările de pe inimă, placa de capăt trebuie să fie mai subțire și respectiv diametrul șuruburilor mai mic.

Eurocode 3 [1] prevede ca toate componentele îmbinării să fie verificate (Metoda componentelor) pentru determinarea rigidității și a rezistenței nodului.

Codurile de proiectare Chineze [6] și Americane [7] consideră îmbinarea cu placă de capăt perfect rigidă fiind necesară doar verificarea de rezistență.

Testele efectuate de [5] au arătat că raportul între grosimea plăcii de capăt și diametrul șuruburilor trebuie să fie egal cu 1,2 pentru a obține o dimensionare eficientă a îmbinării. Dacă grosimea plăcii de capăt este aproximativ egală cu diametrul șuruburilor, distribuția eforturilor în șuruburile întinse este mai uniformă, dacă diametrul șuruburilor este mai mic față de grosimea plăcii de capăt, distribuția de eforturi în șuruburi devine mai neuniformă, rândul de șuruburi de sub talpa superioară a grinzii fiind mai sollicitat.

Grosimea mare (respectiv rigiditatea) plăcii de capăt duce la cedarea șuruburilor (Modul 3 de cedare) (figura 6), de obicei o cedare casantă, care contrazice principiilor de proiectare ductilă.

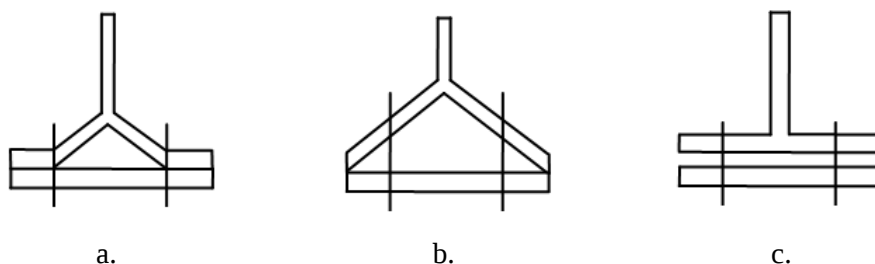


Fig. 6 Moduri de cedare a. Mod 1 – cedarea plăcii de capăt, b. Mod 2 – cedarea plăcii de capăt și a șuruburilor, c. Mod 3 – cedarea șuruburilor

În îmbinarea cu placă de capăt există concentrări de tensiune în zona sudurii între placa de capăt și grindă, loc unde formarea articulațiilor plastice trebuie evitată. În acest scop, îmbinările grindă stâlp cu placă de capăt sunt rigidizate, de obicei, cu vute (figura 7) care pot avea forme și dispunere diferite. Vutele sunt utilizate în principal pentru preluarea eforturilor din grindă prin intermediul sudurii. Acestea aduc un aport important la rigidizarea secțiunii grinzii, redistribuirea eforturilor în îmbinare, pentru evitarea formării excesive a concentrărilor de tensiune în zona sudată, dar conduce și la deplasarea locului în care se poate forma articulația plastică în grindă (se realizează o îndepărtare a articulației plastice de zona de îmbinare). La utilizarea acestui tip de îmbinare este importantă respectarea principiului “grindă slabă – stâlp puternic”.

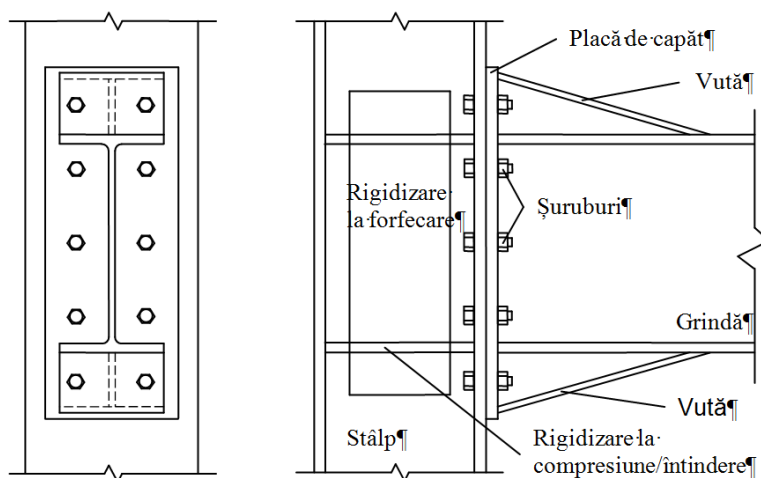


Fig. 7 Îmbinare cu placă de capăt extinsă și vute

4. ÎMBINARE GRINDĂ – STÂLP CU SECȚIUNEA REDUSĂ A GRINZII

În urma acelorași seisme de la Northridge și Kobe s-au efectuat numeroase studii în direcția înlocuirii rigidizării grinzii cu vute cu slăbirea rigidității grinzii prin reducerea secțiunii tălpilor grinzii (figura 8). Primele studii au fost efectuate de Engelhard în 1998. [8]

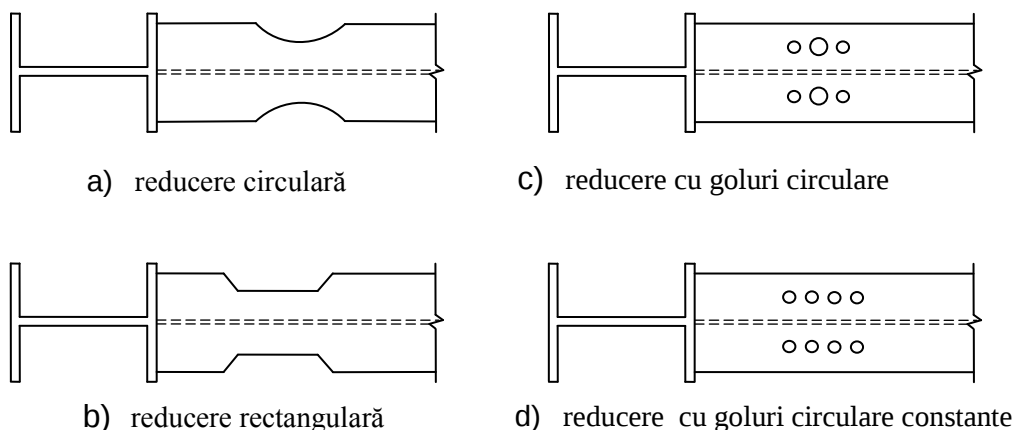


Fig. 8 Tipuri de reducere a secțiunii grinzii

Folosirea grinzilor cu secțiune redusă (RBS – reduced beam section) permite folosirea îmbinărilor sudate, datorită faptului că formarea articulației plastice este dirijată în regiunea cu secțiune redusă a grinzii. Pentru utilizarea în practică a acestei soluții trebuie efectuate suplimentar câteva verificări suplimentare, și anume:

- calculul modului de rezistență în zona redusă;
- calculul eforturilor principale și tangențiale capabile ale secțiunii reduse.

Limita superioară de rezistență a nodului este impusă de capacitatea grinzii. Trebuie menționat faptul că grinzile cu secțiune redusă au un grad sporit de susceptibilitate la pierderea generală a stabilității prin voalare.

Analizele efectuate [9] au demonstrat că îmbinările cu RBS au un comportament histeretic bun. Rezistența acestor îmbinări a scăzut datorită reducerii secțiunii grinzii. Rotirea totală a nodului (în zona de inimă a stâlpului) este aproximativ 2-3% din rotirea totală. Prin urmare rotirea nodului este independentă de rotirea grinzii.

Grinzile ale căror secțiune este redusă, la care s-au practicat goluri cu diametre variabile (figura 8c), au cea mai mare eficiență din punct de vedere a disipării energiei și a stabilității.

5. CONCLUZII

Codurile de proiectare la acțiunea seismică [2, 7, 10, 11, 12] prevăd capacitatea disipării în domeniul de comportare elastic a energiei provenite din acțiuni seismice de mică intensitate. În cazul seismelor puternice se impune disiparea energiei prin deformații plastice ale unor componente structurale, dar fără a permite degradări majore ale structurii.

Structurile în cadre trebuie să respecte principiul “grindă slabă – stâlp puternic”, care presupune posibilitatea formării articulației plastice în grindă și în final la baza stâlpului, în zona de încastrare. Este important a se evita formarea articulațiilor plastice în nod sau la nivelul stâlpilor. În acest scop s-au propus diferite tipuri de configurații de îmbinări, care au avantaje și dezavantaje. În lucrarea dată sunt prezentate o serie de îmbinări particulare, specifice structurilor metalice în cadre etajate amplasate în zone seismice. Cea mai comună este **îmbinarea cu placă de capăt extinsă**, la acestea rigiditatea nodului este direct proporțională cu rigiditatea plăcii de capăt și diametrul șuruburilor.

Varianta optimizată este **îmbinarea cu placă de capăt extinsă cu vute**, pentru care sunt exemple standardizate de calcul, cuprinse în codurile de proiectare precum [1, 16], ce indică faptul că acest tip de îmbinare este perfect rigidă și asigură un comportament ductil acceptabil, articulația plastică formându-se în zona nerigidizată a grinzii. Vutele pot fi utilizate și la îmbinările sudate, deoarece rigiditatea nodului este suficient de mare și cedarea sudurii este evitată. Dezavantajele acestui tip de îmbinare este costul ridicat al manoperei și inconvenientele de ordin arhitectural, create de prezența vutelor.

Un alt tip de îmbinare este **îmbinarea cu grindă cu secțiune redusă**, aceasta poate fi utilizată și la îmbinări sudate. Executarea acestor îmbinări este mai ieftină, totodată sunt eliminate vutele, care creează anumite inconveniente arhitecturale. Însă acestea au anumite probleme în ceea ce privește reducerea capacității datorită reducerii secțiunii grinzii, aceeași cauză produce o scădere a stabilității, făcând acest tip de îmbinare susceptibil la cedare din încovoiere cu răsucire.

În practică pot fi folosite ambele variante, sau se pot implementa soluții noi, atât timp cât este respectat principiul „grindă slabă – stâlp puternic” și totodată este asigurat un comportament ductil a nodului și al structurii în sine.

Bibliografie

1. Eurocod 3 – SR EN 1993-1:2006 Proiectarea structurilor din oțel, ASOCIAȚIA DE STANDARTIZARE DIN ROMÂNIA, București, 2006.
2. Eurocod 8 – SR EN 1998-1:2004 Proiectarea structurilor pentru rezistența la cutremur. ASOCIAȚIA DE STANDARTIZARE DIN ROMÂNIA, București, 2004.
3. Engelhardt MD., Husain AS. Cyclic-loading performance of welded flange-bolted web connection. *J StructEng* 1993; 119; issue 12.

4. Dubina D., Grecea D., Ciutina A., Danku G., Vulcu C. Calculul și proiectarea îmbinărilor structurale din oțel în conformitate cu SR-EN 1993-1-8 Recomandări, comentarii și exemple de aplicare Redactarea II, Timișoara 2010.
5. Maggi Y.I., Goncalves R.M., Leon R.T., Ribeiro L.F.L. Parametric analysis of steel bolted end plate connections using finite element modeling, *Journal of Constructional Steel Research* 2005; 61: 689-708.
6. Ministry of Housing and Urban-Rural Development of the People's Republic of China, JGJ82-2011 Technical Specifications for High Strength Bolt Connections of Steel Structure [S], China Architecture & Building Press, Beijing, 2011.
7. ANSI AISC 358-16, Prequalified Connections for Special and Intermediate Steel Moment Frames for Seismic Applications AMERICAN INSTITUTE OF STEEL CONSTRUCTION, Chicago, Illinois 2016.
8. Engelhardt MD., Winneberger T., Zekany A.J., Pyraraj T.J. The dog bone connections: part 2. Modern Steel Construction 1996.
9. Rahnavard R., Hassanipour A., Siahpolo N. Analytical study on new types of reduced beam sections moment connections affecting cycling behavior, *Case Studies in structural Engineering* 3 (2015) 33-51.
10. FEMA-350, Recommended Seismic Design Criteria For New Steel Moment-Frame Buildings, SAC Joint Venture, Sacramento California U.S. 2000.
11. BCJ, Structural Provisions for Building Structures – 1997 Edition, Building Center of Japan, Tokyo, Japan 1997.
12. GB 50011-2010, Code for Seismic Design of Buildings, China Architecture & Building Press, 2010.

Analiza factorilor de risc și soluții de diminuare a acestora în procesul de dezafectare a construcțiilor

Tănăsucă Vasile-Cristian

doctorand, Facultatea de Construcții și Instalații din Iași,
vasile.cristian.tanasuca@gmail.com

Rezumat

Demolările controlate apar în spațiul socio-economic actual ca o soluție pentru problema construcțiilor ieșite din uz, al celor fără cerințe pe piață, precum și pentru operații asupra lor, reabilitare-dezafectare, care impun în calcul parametrii: biosfera, cost, timp, utilaje, personal calificat.

Se ține seama de poluarea aerului, a solului, a faunei și se impune pe cât posibil protejarea atât pe timpul procesului de dezafectare a construcțiilor prin distanță de siguranță față de zonele protejate și sensibile și prin măsuri luate pentru asigurarea unui nivel cât mai scăzut al emisiilor și efectelor acestora asupra calității aerului. Există un impact negativ scăzut pe amplasament, datorită pierderilor reduse de vegetație ierboasă și arboricolă existente local în urma lucrărilor de dezafectare dar și un risc calculat asupra impulsului seismic local.

Cuvinte cheie: explozivi, implozie, mediu, consecințe.

1. INTRODUCERE

Primul „exploziv” adevărat a fost o pudră neagră, care a apărut în jurul secolului al XIII-lea. Prima utilizare înregistrată de pulbere neagră în scopuri de demolare pare să fi apărut la începutul anului 1600, în carierele de piatră din Ungaria. La scurt timp după aceea, praful a fost utilizat în minele de staniu din Anglia, Elveția și a fost adoptat în tehnologia pentru construcția de drumuri.

În industria demolărilor controlate, dezafectarea unei clădiri prin implozie constă în plasarea strategică a materialelor explozive, astfel încât o structură să se prăbușească sub propria greutate în câteva secunde, fără a produce daune fizice în împrejurimile sale. Demolarea prin implozie a construcțiilor include demolarea controlată și a altor structuri, cum ar fi: poduri, turnuri, și tunele, etc.

Una dintre primele demolări atestată de documente, a fost o demolare prin implozie în 1773: Catedrala Sfânta Treime din Waterford (Irlanda) unde s-au folosit 150 de kilograme de praf de pușcă, ceea ce reprezenta în acel moment o mare cantitate de explozivi. S-a produs atunci o explozie asurzitoare reducând instantaneu clădirea la o grămadă de moloz.

2. METODOLOGIA CERCETĂRII

La baza alegerii metodei de demolare stau următorii factori: prețul de cost, asigurarea protecției clădirilor învecinate, timp redus de lucru și realizarea unei fragmentări impuse. Metoda aleasă trebuie să fie compatibilă cu: amplasamentul clădirii, natura solului, forma exterioară și interioară a clădirii și capacitatea portantă.

2.1. Tehnologiile de demolare manuale tradiționale

Tehnologiile de demolare manuale tradiționale constau în: montarea-demontarea și mutarea jgheburilor de evacuare a deșeurilor și a schelelor simple de inventar, executarea lucrărilor propriu-zise de demolare și desfaceri cu unelte specifice, manipularea materialelor rezultate, sortarea și stivuirea acestora.

2.2. Tehnologiile de demolare mecanizate

Tehnologiile de demolare mecanizate implică utilizarea utilajelor specifice și a tehnologiilor specifice (clește hidraulic, macara-bilă, schele mobile, hidraulice, demolări cu pompe de apă de înaltă presiune).

Tehnologia de demolare cu jet de apă sub presiune se bazează pe un sistem de pulverizare a apei, reglabil, în funcție de necesitatea lucrării, la o presiune cuprinsă între 100 și 2500 bar. Această tehnologie prezintă următoarele avantaje:

- folosește o gamă diversificată de unelte și accesorii;
- vibrații și sunete minime;
- îndepărtarea impurităților și a depunerilor într-un mod foarte sensibil, fără a dăuna materialelor de bază;
- curățarea și decontaminarea sunt de bună calitate.

Echipamentele și uneltele de curățare cu jet de apă de înaltă presiune sunt folosite cu succes în toate activitățile din domeniul construcției: pregătirea solului și a fundației, proiecte de reconstrucții, demolare și reciclare.

2.3. Demolarea mecanică prin explozii

Demolarea mecanică prin explozii controlate este mai sigură decât demolarea clasică, mecanică, mai ales atunci când e vorba despre construcții industriale. Metoda demolării clădirilor prin explozie controlată este foarte des întâlnită, datorită avantajelor evidente pe care le prezintă. Dintre avantajele majore ale demolării clădirilor cu ajutorul explozivilor amintim:

- consumul redus de timp și forță de muncă;
- cheltuieli reduse (aproximativ 5% din costul demolării prin metode clasice);
- valorificarea mai bună a materialelor rezultate din demolare;
- grad ridicat de securitate.

În cazul aplicării acestei metode de demolare apar și unele probleme (care pot fi rezolvate) legate de protejarea seismică a clădirilor învecinate, continuitatea traficului imediat după împușcare și de menținere în funcțiune a procesului de producție pe timpul demolării. Metoda aleasă trebuie să fie compatibilă cu amplasamentul clădirii, natura solului, forma exterioară și interioară a clădirii, capacitatea portantă a structurii și materialele explozive ce se folosesc.

Sunt consacrate două metode de demolare a clădirilor prin explozie controlată:

- metoda blocurilor mari – care presupune distrugerea capacității portante a clădirii, fără a face o împărțire în trepte a acesteia;
- metoda blocurilor mici – care presupune folosirea unor trepte de întârziere.

La demolarea unei clădiri se folosesc materiale de protecție moderne, obligatorii în astfel de operațiuni: plase de sârmă sau din materiale sintetice, foarte elastice, cu ochiuri mici, covoare de cauciuc, plase antipraf ce nu permit ca fragmente din clădire să fie împrăștiate. Materialele de protecție care se folosesc pentru sporirea gradului de securitate față de acțiunea bucăților și schijelor sunt de două tipuri:

- material greu - utilizat pentru evitarea proiectării fragmentelor mari de rocă; pot fi ecrane de cauciuc, ecrane cu inel din fier, rețea de lanțuri grele;
- material ușor - utilizat pentru evitarea proiectării fragmentelor cu masă mică și viteză mare sau care provin din zonele sistemului de aprindere; pot fi ecrane din pânză industrială, împletitură din sârmă, ecrane din pânze.

Cele două tipuri de materiale se utilizează frecvent împreună. Demolarea construcțiilor prin explozii controlate este un proces complex ce cuprinde mai multe etape:

- analiza situației actuale a construcției;
- relevee ale construcției pentru evidențierea elementelor de rezistență ale structurii;

- elaborarea proiectului de demolare;
- executarea lucrărilor de perforare;
- demolarea controlată prin explozii dirijate;
- executarea lucrărilor de mărunțire cu ajutorul mijloacelor mecanice sau prin împușcări secundare;
- evacuarea materialului rezultat din demolare.

În cazul exploziilor controlate, problemele care apar sunt legate și de efectul toxic al gazelor degajate pe timpul exploziei. Gazele degajate prin contactul cu precipitațiile din atmosferă produc modificări asupra compoziției apei și a solului, crescând capacitatea toxică a acestora. Ținând seama de durata și respectiv viteza reacției chimice, substanțele explozive pot fi transformate, în principiu, după una din următoarele forme de descompunere: detonație, explozie, deflagrație, ardere (combustie) și descompunere termică. Procesul de descompunere a substanțelor explozive, odată început, poate trece de la o formă la alta.

Aportul poluării atmosferei la modificarea fizico-chimică a apei are loc prin depunere uscată și umedă. Prin depuneri umede (precipitații), poluanții prezenți în atmosferă sunt depuși la suprafața apei. Consecința este creșterea pH-ului, a conductibilității, încărcarea cu sulfati, nitrați, cloruri, metale grele. Aceste efecte se resimt mai ales în apele de suprafață, unde sunt afectate și flora și fauna. Pulberile contribuie la creșterea opacității apei și încărcarea acesteia cu substanțe toxice. Prin depunerea uscată sau umedă a substanțelor toxice pe sol au loc următoarele modificări:

- crește aciditatea solului;
- procesele de regenerare ale solului și compoziția sunt modificate;
- în cazul vegetației, efectele sunt vizibile și invizibile. (dintre efectele invizibile amintim: reducerea/inhibarea fotosintezei, degradarea clorofilei, schimbări în metabolismul proteinelor, activitatea enzimatică și bilanțul lipidelor și al apei; efectele vizibile se manifestă prin necroze, cloroze, reducerea creșterii plantelor și a rezistenței la atacul bolii).

Utilizarea explozivilor pentru demolarea clădirilor prin explozie controlată prezintă avantaje și dezavantaje. Dintre avantaje putem aminti:

- gradul ridicat de securitate;
- consumul redus de timp și forță de muncă;
- cheltuieli scăzute;
- valorificarea mai bună a materialelor rezultate în urma demolării.

Dezavantajele sunt legate de afectarea factorilor de mediu și a biodiversității, în majoritatea cazurilor daunele aduse ecosistemelor fiind ireversibile. După executarea lucrărilor de demolare se impune refacerea și amenajarea sitului, operație care include:

- amenajarea unui cadru geomorfologic funcțional prin racordul cu relieful natural și cu obiectivele ce urmează a se amenaja;
- amenajarea formelor de relief proiectate în cadrul reliefului antropic ce se amenajează (modelarea și organizarea teritoriului);
- lucrări cu aspecte de hidrologie (canale, debușeuri, combaterea eroziunii solului - C.E.S.)
- asigurarea condițiilor pedologice (edafice) pentru dezvoltarea biodiversității ce se poate realiza prin așternerea solului fertil, fără sol fertil (fertilizare organică), fertilizare ameliorativă (de bază).

3. FACTORII DE RISC ȘI EFECTE DATORATE LUCRĂRILOR DE DEMOLARE CU AJUTORUL EXPLOZIVILOR

3.1 Analiza factorilor de risc ce apar în cadrul lucrărilor de demolare a unor construcții civile și industriale cu ajutorul explozivilor

Materiile explozive fiind materii periculoase (clasa 1 – clasificare ADR, clasa 13 – clasificare NISA) întotdeauna reprezintă un potențial risc la orice operație de preparare, experimentare, folosire, depozitare, transport sau distrugere.

Condițiile de șantier în situația lucrărilor de demolare prin împușcare ridică o serie de probleme suplimentare față de alte locuri de muncă (o carieră) datorită următoarelor aspecte:

- prezența în șantier de persoane care nu au cunoștințe adecvate privind utilizarea explozivilor și care ar putea fi expuse la riscuri de accidentare în măsura în care firma care execută împușcările nu ia toate măsurile adecvate de informare a acestor lucrători, nu aplică măsuri eficiente de limitare a accesului în zona în care se execută lucrări cu explozivi;
- șantierele în majoritatea situațiilor sunt mult mai aproape de zona locuită decât carierele;
- un alt factor care ridică probleme speciale este depozitarea în condiții de șantier a materiilor explozive înainte de efectuarea lucrărilor propriu-zise cu explozivi.

Riscurile care pot fi generate de surse de curent, foc deschis, trăsnet, câmp electromagnetic etc. sunt mai pronunțate decât la locurile de muncă unde se utilizează în mod curent explozivi (fronturi de lucru în industria minieră). Aceste încăperi de depozitare provizorie în șantier în unele situații nu mai sunt protejate cu paratrăsnet și centură de împământare.

Lipsa posibilităților practice de a păstra net separate (în spații de depozitare diferite) explozivii brizanți și mijloacele de inițiere sporește aceste riscuri:

- măsurile organizatorice la încărcarea găurilor de împușcare trebuie să țină seama și de riscuri de expunere a personalului la situația de cădere de la înălțime, cădere de obiecte de la înălțime, alte riscuri mecanice datorate specificului unei clădiri în curs de dezafectare;

- se evidențiază riscuri care țin de problema corelării sarcinii de muncă cu potențialul uman calificat avut la dispoziție.

Firma care execută lucrări de împușcare trebuie să poată asigura un număr suficient de artificieri și personal auxiliar cu experiență pentru transportul la locul de muncă a explozivului și încărcarea acestuia în mod corespunzător și într-o durată de timp acceptabilă. Pentru anumite clădiri operația de încărcare implică multe ore/om la anumite construcții putând fi vorba de încărcarea a mai multor sute de găuri; burarea acestora și realizarea circuitului de inițiere, în situația în care firma nu dispune de un număr suficient de artificieri riscul de a se prelungi această operație și din cauza oboselii, anumite faze ale operației să nu se execute corect, apărând riscul de accidentare la derularea operației de încărcare și realizare a circuitului de inițiere sau crescând riscul apariției de rateuri.

Riscurile la care sunt supuse persoanele din șantier sau din vecinătăți sunt deosebit de pregnante pe durata efectuării împușcării. Aceste riscuri sunt cele de aruncare de fragmente de material derocat, zgomotul la care sunt expuși acești oameni, efectul de suprapresiune în frontul undei de șoc asupra elementelor constructive, periclitarea siguranței altor clădiri din zonă care trebuie protejate de efectul undei seismice, care în anumite situații poate fi considerabil. Riscurile care pot fi greu ținute sub control sunt cele care se datorează rateurilor parțiale și totale la operația de împușcare.

Lichidarea rateurilor este întotdeauna o activitate de mare risc și operațiile care trebuie făcute implică ca personalul de specialitate să intervină pe baza unui program special de lucru la lichidarea situației. Executarea de noi găuri expune personalul implicat la riscul unei detonări neașteptate în timpul perforării sau în situația de clădiri grav avariate, vibrațiile datorate echipamentului de perforare pot genera căderea neașteptată a elementelor constructive. Soluția de aplicare a încărcăturilor exterioare conduce la creșterea efectului undei aeriene de explozie și cel al riscurilor legate de aruncarea de fragmente de material derocat dincolo de zona de siguranță.

Încărcăturile aplicate (de tip „blade”) care sunt utilizate la demolarea construcțiilor realizate din elemente metalice trebuie astfel așezate pentru a reduce riscurile de aruncare de fragmente metalice dincolo de zona de siguranță.

Controlul locului de muncă după executarea împușcării trebuie să fie foarte riguros pentru a se depista eventualele resturi de materii explozive. În această situație acestea trebuie predate artificierului. Dacă acest control nu se face riguros, lucrătorii care se vor ocupa de încărcarea molozului (manual sau mecanic) pot fi expuși la o detonare accidentală a acestor resturi de exploziv. Un alt risc este acela ca personalul neautorizat să intre în posesia ilicită de materii explozive rămase neexplodate. Rețeaua de inițiere a exploziei impune realizarea unor operații care pot expune personalul participant la o serie de riscuri de detonare necomandată. În funcție de specificul rețelei de inițiere, nivelul de risc poate fi diferit.

Sensibilitatea capselor de detonare la surse de curent străine implică riscuri crescute uneori chiar inacceptabile. În situația specifică a unor lucrări de demolare utilizarea capselor electrice de joasă intensitate trebuie evitată. Rețelele de inițiere la care se folosește fitil detonant în afara găurilor de împușcare implică creșterea efectului undei aeriene de explozie. Astfel, aproape de zona rezidențială, școli, spitale, etc., aceste rețele nu se recomandă în măsura în care nu se poate proteja corespunzător rețeaua de fitil detonant.

Utilizarea de fitil detonant cu încărcătura liniară redusă poate conduce la întreruperea rețelei sau la o neinițiere fiabilă a încărcăturilor din găuri. Utilizarea de elemente de inițiere de tip neelectric (ca de exemplu Nonei, Primadet, etc.) este soluția cu riscurile cele mai mici privind expunerea lucrătorilor.

Pentru reducerea nivelului de riscuri expuse se pot prevedea măsuri suplimentare specifice:

- pentru reducerea riscurilor generate de efectul de aruncare de material derocat se recomandă protejarea elementelor constructive ale construcției în zona de amplasare a încărcăturilor cu plasă de sârmă fixată în mod ferm de către personalul firmei autorizate pentru lucru cu explozivi întrucât această operație se face după încărcarea găurilor și realizarea rețelei de inițiere. Pe lângă plasă de sârmă se poate folosi covor de cauciuc, scândură sau alte materiale admise de proiectantul lucrării de împușcare;
- reducerea riscurilor legate de efectul undei aeriene de explozie se face prin limitarea pe cât posibil a folosirii de fitil detonant în rețeaua de inițiere, protejarea elementelor de construcție cu materiale cu proprietăți fonoabsorbante (îmbrăcări cu material geo-textil, bandă de cauciuc etc.). Reducerea efectului undei aeriene se face și prin măsuri de proiectare a împușcării, alegerea treptelor de întârziere a capselor utilizate conducând la limitarea încărcăturilor maxime pe treaptă de întârziere care vor detona simultan. În locul unei singure unde aeriene de

intensitate mare (măsurată în decibeli la limita zonei de protecție) se obține un „tren” de unde de intensitate mai redusă;

- reducerea efectului seismic la nivelul structurilor învecinate care trebuie protejate se poate face în mai multe feluri din care trebuie amintite, realizarea unui pat de material afânat în zona în care va cădea clădirea care se împușcă, sau o altă măsură poate fi ceea de a se executa demolarea pe tronsoane, masa de material care rezultă la căderea clădirii fiind mai mică. Demolarea etapizată în măsura în care este aplicabilă din punct de vedere tehnic și organizatoric reduce și alte riscuri care trebuie luate în considerare.

Recomandări și tehnici de reducere a efectului seismic al exploziilor de demolare asupra structurilor. Pentru protejarea construcțiilor împotriva deteriorărilor produse de exploziile de demolare este necesar să se aplice tehnici de reducere a efectului seismic al acestor explozii - tehnici care să asigure în același timp, dacă nu o creștere, cel puțin o menținere a efectului de derocare la un nivel satisfăcător, astfel încât procesul de producție să nu fie încetinit.

Un alt risc care se poate identifica la operația de demolare cu explozivi dar care nu este legat direct de acesta este cel de generare a unei mari cantități de praf (și lucrările de demolare executate mecanic generează praf în zona șantierului), însă la căderea dirijată a construcției după explozie se generează o cantitate mare de praf în suspensie și care în multe situații nu poate fi combătut în mod eficient.

Experiența proiectantului unei lucrări de demolare cu ajutorul explozivilor cât și realizarea tuturor măsurilor de protecție prevăzute de acesta poate conduce la o scădere a nivelului de risc atât pentru lucrătorii firmelor prezente în șantier cât și pentru persoanele din vecinătăți.

3.2 Monitorizarea efectelor datorate lucrărilor de demolare a unor construcții civile și industriale cu ajutorul explozivilor

La nivel mondial există specialiști care sunt în măsură să realizeze demolări cu exploziv în condiții de siguranță în situații extrem de restrictive, documentația publicată în acest domeniu este restrânsă întrucât metodele de calcul și experiența acumulată sunt considerate secret de firmă. În majoritatea cazurilor, prezentarea acestor demolări extrem de dificile are scop publicitar, datele cu caracter științific introduse fiind de multe ori extrem de limitate.

Cercetarea folosirii energiei exploziei la demolarea controlată a construcțiilor implică cunoașterea mai multor domenii, cum ar fi: fizica exploziei, comportarea materialelor la solicitări prin unde de șoc, dinamica structurilor și inginerie seismică. Cercetarea efectelor exploziilor de demolare asupra mediului trebuie să se facă pe baza unor fundamente teoretice dificil de validat și care pot fi confirmate

în urma analizei măsurătorilor efectelor generate de demolare efectuate la astfel de lucrări - măsurători post eveniment.

Când se proiectează o împușcare, este foarte important să se ia în calcul, chiar și aproximativ, gradul de pericol care poate apare din cauza vibrațiilor. Acest lucru este esențial când urmează să se folosească metoda demolării cu exploziv în apropierea structurilor slăbite. În aceste condiții este obligatoriu să se estimeze valoarea maximă a parametrului sursei de vibrații (cantitatea de exploziv inițiată pe o treaptă în cazul derocărilor, masa părții de structură ce izbește solul și uneori cantitatea de exploziv folosită pentru distrugerea stâlpilor de la subsol, inițiată pe o treaptă, în cazul demolărilor) ce induce solicitări fără a supune structurile la eforturi peste limitele lor de siguranță.

Monitorizarea efectelor seismice cu aparatură plasată în proximitatea obiectivelor de protejat va confirma dacă evaluarea s-a făcut corect și nivelul de seismicitate se încadrează în domeniul nepericulos.

Întrucât și expunerea la undele seismice și gradul de suportabilitate a structurii sunt determinate de fenomene vibratorii există posibilitatea producerii fenomenului de (cvasi)rezonanță atunci când frecvențele proprii dominante ale terenului și ale construcției au valori apropiate. Acest fenomen este o amplificare periculoasă a răspunsului la scară de ansamblu sau de părți ale structurii, putând cauza deteriorări grave ale construcției chiar și la niveluri joase ale vibrației.

Un zid al unei construcții poate fi deformat în diferite feluri când fundațiile sunt expuse la vibrații. Relația dintre frecvența proprie a zidului și frecvența a vibrațiilor este unul din factorii decisivi în ceea ce privește deformarea zidului. Deteriorarea poate fi cauzată de acțiunea de întindere sau compresiune, de forfecare și de încovoiere. Legătura dintre aceste mărimi și parametrii vibrațiilor terenului este determinată în primul rând de proprietățile elastice care caracterizează zidul. În paralel cu aceasta, trebuie să se țină seama de faptul că neregularitățile locale și starea de tensiuni statice ale zidului pot să determine deteriorarea acestuia la vibrații de niveluri mai mici, adică pot să coboare limita de deteriorare.

Când frecvența vibrațiilor este mult mai mare decât frecvența proprie a zidului, terenul are timp să facă una sau mai multe vibrații complete înainte ca unda de compresiune să ajungă la partea superioară a zidului.

Accelerația particulei este un parametru dinamic foarte des utilizat în aprecierea efectului seismic al cutremurelor de pământ naturale asupra construcțiilor, dar au fost stabilite și criterii pentru evaluarea efectului vibrațiilor seismice induse de explozii asupra acestora.

Nivelul nepericulos al vibrațiilor este stabilit în funcție de gradul de distrugere a construcțiilor de către seismele artificiale provocate de explozii. Acest prag diferă de la o țară la alta și se adoptă în general în funcție de calitatea construcțiilor și

chiar de modul în care este privită problema reparațiilor ușoare care necesită a fi efectuate la o construcție aflată în zona în care s-au executat împușcărilor.

4. CONCLUZII

La evaluarea efectului seismic indus de explozii este foarte important să se cunoască posibilele deteriorări ce pot apare în funcție de tipul de construcție și starea acesteia, precum și corelația acestora cu parametrii dinamici ai oscilațiilor generate de demolarea cu exploziv.

Pentru aprecierea riscului asupra obiectivelor industriale din apropiere, la executarea lucrărilor de pușcare, în vederea demolării acestora, a fost conceput un analizor de risc care a luat în considerare, atât distanța până la obiectivele industriale respective, cât și valorile limită ale vitezei de oscilație, în funcție de care se pot estima și aprecia riscurile corespunzătoare obiectivelor industriale supuse demolării, iar în final pe baza unei formule de medie ponderată se poate calcula riscul global la demolarea întregului complex de obiective industriale.

Rezultatele evaluării efectuate indică, atât riscuri parțiale de demolare apreciate ca fiind de nivel mic situate în domeniul admisibil, care reclamă o atitudine preventivă în domeniul măsurilor tehnicoorganizatorice, cât și un nivel global de aceeași factură.

Putem aprecia faptul că activitatea de demolare, a unui obiectiv sau complex de obiective, se poate realiza în condiții de siguranță predictibilă și de afectare controlată a celorlalte obiective din vecinătate.

Bibliografie

1. Tat S., Zaporozjan M., Fissgus K., *Explozivi și tehnica împușcării în industrie*, București, Editura Tehnică, 1985.
2. Mohanu Gh., Ardeleanu A., *Ecologie și protecția mediului*, București, Editura Scaiul, 1993.
3. Vladimir Rojanschi și colectiv, *Ingineria și protecția mediului*, București, Editura Economică, 1997.
4. Ionescu G., Sonia L. V., *Analysis of the Seismic Effect Induced by Controlled Demolition*, București, 2004.
5. Hornoiu, V. *Optimizarea sistemelor de intervenție care conțin materiale explozive*, București, Editura Ministerului Administrației și Internelor, 2006
6. Ghid național de evaluare a riscurilor legate de activitatea de demolare a unor clădiri industriale și civile cu ajutorul explozivilor.
7. Normelor metodologice de aplicare a prevederilor Legii securității sănătății în muncă nr. 319/2006
8. *** G-4, *Lucrări de distrugeri*, București, Editura Ministerului Apărării Naționale, 1975.
9. *** G-4a, *Mijloace noi pentru executarea lucrărilor de distrugeri*, București, Editura Ministerului Apărării Naționale, 1982.

Determinarea caracteristicilor intrinseci ale mixturilor asfaltice

Ursanu Ovidiu

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

Rezumat

Caracteristicile intrinseci, coeziunea și unghiul de frecare internă asigură atât caracteristici mecanice cât și caracteristici fizice ale mixturilor asfaltice. Pentru determinarea valorilor acestor caracteristici se folosesc mai multe metode: încercarea braziliană, încercarea triaxială etc.

O altă metodă a fost propusă de profesorul Assenow, iar descrierea metodei și rezultatele obținute în laborator sunt precizate în articolul de față.

Cuvinte cheie: coeziunea, unghiul de frecare internă.

1. INTRODUCERE

Determinarea caracteristicilor intrinseci ale mixturilor asfaltice în laborator anticipează comportarea ulterioară în exploatare a îmbrăcăminților bituminoase.

Cele mai importante caracteristici mecanice și fizice sunt: stabilitatea, comportarea la solicitări repetate (statice și dinamice) și la acțiunea apei.

Față de metodele anterioare, metoda Assenow permite și calcularea rezistenței la eforturi tangențiale a mixturilor asfaltice, caracteristică importantă în ceea ce privește comportarea ulterioară a îmbrăcăminților asfaltice sub acțiunea traficului și a temperaturilor ridicate.

2. METODOLOGIA CERCETĂRII

S-au folosit epruvete cilindrice a căror caracteristici sunt prevăzute în tabelul 1, confecționate prin compactarea mixturii la o presiune de 400 daN/cm² menținută timp de 3 minute. Pentru fiecare procent de bitum s-au confecționat 12 epruvete.

Tabelul 1. Dimensiunea epruvetelor în raport cu dimensiunea maximă a granulei

Dimensiunea maximă a granulei D_{max} (mm)	Dimensiunile epruvetei		Suprafață (cm ²)	Volumul epruvetei (cm ³)
	Diametrul (cm)	Înălțime (cm)		
31	7,14	10,5	20	420
7	5,05	7,5	40	150

Încercarea epruvetelor s-a făcut la 24 de ore de la confecționare. O serie de 6 epruvete a fost păstrată timp de 2 ore în apă la temperatura de 22° C iar cealaltă serie de 6 epruvete a fost păstrată timp de 2 ore la 50° C.

După acest interval de timp, pe fiecare serie de epruvete s-a determinat rezistența la compresiune pe trei epruvete și rezistența la forfecare în dispozitivul Assenow (figura 1), tot pe trei epruvete. Viteza cu care s-au făcut încercările a fost de 20 mm/minut.

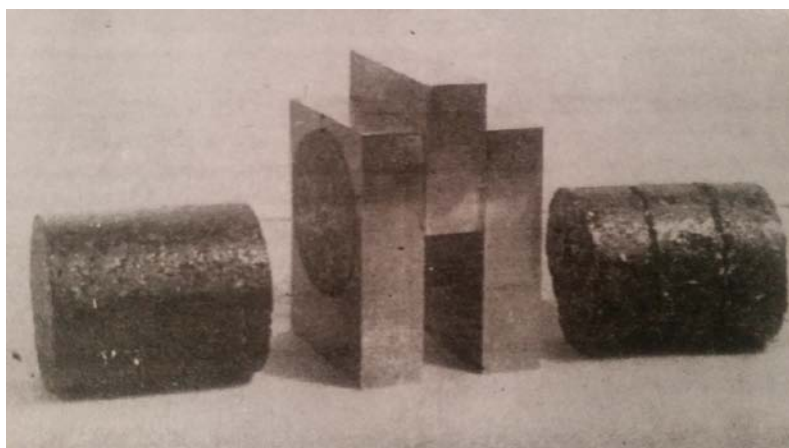


Figura 1. Dispozitivul Assenow

Cu ajutorul datelor obținute s-a calculat valoarea rezistenței la compresiune cu formula:

$$R_c = \frac{4P}{\pi d^2} \quad (1)$$

unde - P = forța care provoacă ruperea epruvetei, în daN;

- d = diametrul epruvetei cilindrice, în cm.

Valoarea rezistenței la forfecare s-a determinat cu formula:

$$\tau_c = \frac{2Q}{\pi d^2}; \quad (2)$$

unde - Q = forța care provoacă forfecarea epruvetei introduse în dispozitivul Assenow, în daN;

- d = diametrul epruvetei cilindrice, în cm.

Unghiul de frecare internă s-a determinat cu formula:

$$\sin \varphi = 1 - \frac{\tau_c}{R_c}; \quad (3),$$

iar coeziunea s-a determinat cu formula:

$$C = \frac{\tau_c}{\cos \varphi}; \quad (4)$$

Rezultatele determinărilor sunt prezentate în tabelele 2,3,4.

Pe baza acestor caracteristici s-a determinat rezistența la eforturi tangențiale a mixturii asfaltice cu formula:

$$R_t = C + \tau_c * \tan \varphi; \quad (5)$$

3. REZULTATE OBȚINUTE ÎN LABORATOR

În laborator s-au preparat 6 compoziții de mixtură asfaltică de tip BA 8 (E....J). Zona granulometrică pentru aceste mixturi este recomandată în figura 2.

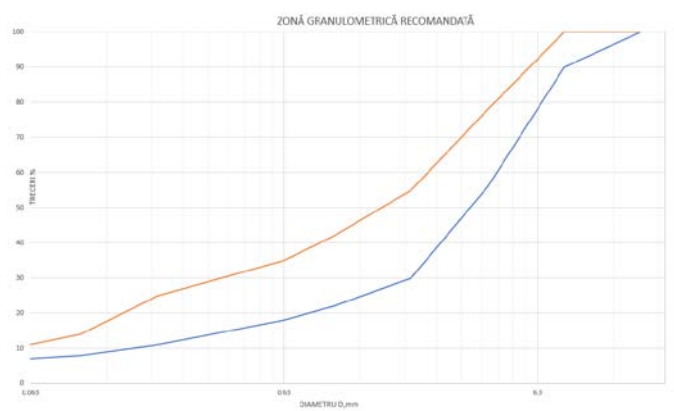


Fig. 2. Încadrarea curbelor granulometrice în zona recomandată.

Din fiecare mixtură s-au confecționat cu fiecare din cele 4 dozaje de bitum câte 12 epruvete cilindrice, care au fost folosite la încercarea la compresiune și forfecare propusă de Assenow.

Determinările din laborator s-au efectuat la două temperaturi: 22° C și 50° C rezultatele fiind consemnate mai jos.

Caracteristicile fizico-mecanice ale mixturilor (E....J) determinate pe epruvete Marshall sunt prevăzute în tabelul 2.

Tabelul 2. Caracteristicile fizico-mecanice ale mixturilor E...J determinate pe epruvete cilindrice Marshall.

ERIA	Procent de bitum, (%)	Stabilitate Marshall, S, (daN)	Indice de fluaj, I, (mm)	Raport S/I, (daN/mm)	Densitate aparentă, (g/cm ³)	Densitate maximă (g/cm ³)	Absorbție de apă (% vol)	Umflare (% vol)	Volum de goluri (%)
E	6,5	1177	3,3	357	2,327	2,388	0,563	0,348	2,554
	7,0	871	4,25	205	2,340	2,361	0,345	0,320	0,889
	7,5	770	5,95	129	2,339	2,347	-	0,301	0,341
	8	739	8,08	91	2,326	2,342	-	0,257	0,257
F	6,5	1064	2,9	367	2,316	2,373	1,509	0,813	2,402
	7,0	899	4,45	202	2,346	2,362	0,178	0,614	0,667
	7,5	667	5,55	120	2,335	2,346	0,004	0,348	0,469
	8	626	7,49	84	2,312	2,325	-	0,193	0,129
G	6,5	1142	2,75	415	2,328	2,403	1,779	1,134	3,121
	7,0	968	4,18	232	2,350	2,395	0,400	0,463	1,879
	7,5	884	5,26	168	2,354	2,366	-	0,215	0,507
	8	796	6,48	123	2,335	2,340	-	0,210	0,214
H	6,5	1450	1,35	1074	2,320	2,409	1,293	0,867	3,694
	7,0	944	3,7	255	2,345	2,396	0,068	0,690	2,129
	7,5	890	4,52	197	2,353	2,379	-	0,588	1,092
	8	797	6,4	125	2,354	2,364	-	0,459	0,423
I	6,5	1072	1,73	620	2,305	2,428	3,869	1,698	5,066
	7,0	913	3,03	301	2,337	2,402	1,748	0,991	2,706
	7,5	87	4,08	217	2,353	2,380	0,340	0,449	1,134
	8	678	5,75	118	2,342	2,362	0,066	0,287	0,847
J	6,5	1214	1,5	809	2,297	2,432	3,916	1,139	5,551
	7,0	1010	2,8	361	2,338	2,418	1,592	0,380	3,309
	7,5	976	3,87	252	2,349	2,398	0,846	0,149	2,043
	8	971	5,27	184	2,373	2,373	0,199	-	0,927

Valorile coeziunii și unghiului de frecare internă sunt prezentate în tabelul 3.

Tabelul 3. Valorile coeziunii și unghiului de frecare internă la mixturile E....J.

SERIA	Procent de bitum, (%)	R_c , 22 °C, daN/cm ²	R_c , 50 °C, daN/cm ²	τ , 22 °C, daN/cm ²	τ , 50 °C, daN/cm ²	Φ , 22 °C	Φ , 50 °C	c , 22 °C daN/cm ²	c , 50 °C daN/cm ²
E	6,5	99,00	25,87	19,72	3,73	36°56'32"	45°22'05"	24,71	5,31
	7,0	94,00	21,63	18,92	3,60	36°41'14"	41°50'45"	23,59	4,83
	7,5	89,53	21,10	18,15	3,54	36°28'50"	41°38'26"	22,57	4,74
	8	68,25	16,50	16,13	2,83	31°49'30"	41°04'09"	18,98	3,75
F	6,5	84,67	20,15	17,40	3,53	36°05'08"	40°30'49"	21,53	4,64
	7,0	75,62	16,28	16,77	3,17	33°48'42"	37°37'49"	20,18	4,00
	7,5	65,57	11,00	14,64	2,28	33°39'04"	35°50'06"	17,59	2,81
	8	46,20	8,92	11,88	1,93	29°03'33"	34°33'35"	13,59	2,34
G	6,5	121,23	34,68	21,91	4,88	39°40'58"	45°37'37"	28,47	7,01
	7,0	102,13	25,65	20,37	4,18	36°56'55"	42°22'56"	25,49	5,66
	7,5	71,48	17,08	14,68	2,88	36°06'15"	41°30'40"	18,17	3,85
	8	60,63	13,80	13,61	2,73	33°26'20"	37°10'55"	16,31	3,43
H	6,5	110,80	35,47	21,36	3,50	37°54'41"	53°23'02"	27,07	5,87
	7,0	95,42	25,22	20,25	3,29	35°08'20"	47°39'16"	24,76	4,88
	7,5	71,68	19,93	18,77	2,99	32°03'22"	44°25'23"	22,15	4,19
	8	70,33	18,40	16,95	2,91	31°33'69"	43°07'59"	19,89	3,99
I	6,5	117,72	19,98	19,98	4,17	41°20'31"	51°16'18"	26,61	6,67
	7,0	96,30	19,94	19,94	3,98	35°51'54"	47°06'50"	24,61	5,85
	7,5	91,92	20,40	20,40	3,93	33°47'20"	43°11'01"	24,55	5,39
	8	75,08	17,25	17,25	3,17	32°43'01"	42°40'16"	20,50	4,43
J	6,5	122,40	22,55	22,55	5,32	39°09'49"	43°14'14"	29,08	7,30
	7,0	107,07	20,67	20,67	4,13	37°52'19"	42°15'50"	26,18	5,44
	7,5	86,00	17,36	17,36	3,39	36°36'14"	41°20'14"	21,62	4,51
	8	73,53	17,30	17,30	3,09	31°58'04"	35°31'20"	20,32	3,80

Rezistențele la eforturi tangențiale pentru mixturile E.....J sunt prezentate în tabelul 4.

Tabelul 4. Rezistența la eforturi tangențiale

SERIA	Procent de bitum, (%)	Rezistența la eforturi tangențiale, t= 22°C, daN/cm ²	Rezistența la eforturi tangențiale, t=50°C, daN/cm ²
E	6,5	39,54	9,09
	7,0	37,69	8,05
	7,5	35,99	7,89
	8	28,99	6,22
F	6,5	34,21	7,66
	7,0	31,41	6,44
	7,5	27,34	4,46
	8	20,19	3,67
G	6,5	46,65	12,06
	7,0	40,81	9,47
	7,5	28,88	6,40
	8	25,30	5,50
	6,5	43,71	10,58
	7,0	39,01	8,49

H	7,5	40,90	7,12
	8	30,15	6,72
I	6,5	44,19	11,87
	7,0	39,03	10,14
	7,5	38,20	9,08
	8	31,58	7,35
J	6,5	47,45	12,30
	7,0	42,25	9,19
	7,5	34,51	7,49
	8	31,19	6,01

4. CONCLUZII ȘI DEZVOLTĂRI ULTERIOARE

Determinarea valorilor caracteristicilor intrinseci ale mixturilor asfaltice ne poate oferi informații clare și importante în vederea analizei comportării îmbrăcăminților asfaltice la acțiunile la care sunt supuse precum și în determinarea corectă a dozajului de liant în scopul obținerii unor îmbrăcămini de cea mai bună calitate.

Studiile programate în etapa următoare vor căuta să stabilească aportul coeziunii și a frecării interne la valorile caracteristicilor mecanice ale mixturilor asfaltice.

Bibliografie

1. Asenov K. , Rikovodstvo za laboratorni uprajenia po pîtişcia, Editura Tehnica Sofia 1974
2. Gugiuman Gh., Suprastructura drumurilor, Editura tehnică, Chişinău, 1996
3. Mătăsaru Tr., Craus I., Dorobanţu St., Drumuri, Editura tehnică, Bucureşti, 1966
4. Stanciu A., Lungu I., Fundații, Editura tehnică, Bucureşti, 2006
5. Lucaci G., Costescu I., Belc F., Construcția drumurilor, Editura tehnică, Bucureşti, 2000

Lucrări de termo-hidroizolație la acoperișul unei săli de sport

Zanvettor Giovanni-Mario

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

Rezumat

Articolul prezintă realizarea reabilitării acoperișului unei săli de sport cu acoperiș înclinat cu pantă mai mică de 20%. Pentru această lucrare s-a optat pentru realizarea, totodată, a hidroizolației și termoizolației cu polistiren extrudat. Soluția propusă are ca avantaje costul scăzut al investiției, rapiditatea execuției și, în același timp, scăderea energiei necesare încălzirii sau răcirii interioare a complexului sportiv.

Cuvinte cheie: termoizolare, hidroizolare, acoperiș cu pantă, membrane bitum, polistiren extrudat.

1. INTRODUCERE

Termo-hidroizolarea unei clădiri este esențială, atât pentru confortul termic al locatarilor, cât și pentru reducerea costurilor de încălzire pe timp de iarnă și de răcire pe timp de vară.

Clădirea în cauză a fost construită în anii 1970, având destinația sală de sport cu teren de tenis de câmp cu suprafață dură sintetică Rebound Ace, similară celei de la Australian Open. Asupra hidroizolației s-a mai intervenit în anul 1995, refăcându-se integral. S-au folosit materiale de hidroizolație pe bază de bitum, în 2 straturi.

Reabilitarea termo-hidroizolației clădirii se va efectua în conformitate cu Normativul pentru Proiectarea și Executarea Hidroizolațiilor din Materiale Bituminoase la Lucrările de Construcții – indicativ C 112-86.

2. DESCRIERE MATERIALE

Polistirenul extrudat, datorită tehnologiei de producere prin extrudare, are o structură uniformă din celule închise, ceea ce le conferă anumite caracteristici tehnice specifice: valoare scăzută a conductivității termice, pe termen lung,

rezistență mecanică excelentă, lipsa capilarității, rezistență ridicată la umezeală, rezistență la cicluri (îngheț-dezgeț), durabilitate ridicată, rezistență înaltă la difuzia vaporilor, greutate redusă și ușurință în manipulare, ușor de tăiat cu unelte simple, rezistent la deteriorare sub acțiunea rădăcinilor, curat, inodor și ne-iritant pentru piele.

Aceste proprietăți permit instalarea produselor în sisteme de termoizolație fără protecție împotriva umidității - acoperișuri plane inversate, izolarea termică a subsolurilor, fundațiilor și a pardoselilor, eliminarea efectelor negative a punților termice.

Membranele bituminoase aditivate de tip multi-strat se compun din :

1. material de impermeabilizare, format din bitum distilat, aditivat cu plastomeri APP (polipropilenă atactică, care oferă membranei proprietăți plastice și rezistență mecanică foarte bună) sau elastomeri pe bază de cauciuc sintetic SBS (stiren-butadien- stiren, care oferă membranei proprietăți plastice și rezistență mecanică foarte bună).

Funcție de rețeta amestecului bituminos și a armăturii utilizate se pot obține proprietăți diferite de rezistență mecanică, elasticitate, flexibilitate la rece și durabilitate.

2. armătură, înglobată în zona mediană a masei de impermeabilizare, este constituită din: țesătură nețesută stabilizată termic, din fire de poliester sau împâslitură din fibră de sticlă.

Membranele armate cu poliester au rezistență excelentă la punct static și dinamic, o foarte bună rezistență la rupere longitudinală și transversală și o alungire mare la rupere.

3. folie micronică din polietilenă termofuzibilă, pentru protecția feței inferioare a membranelor. Se topește în timpul termosudării cu flacăra. Temperatura corespunzătoare aplicării poate fi controlată, urmărind dispariția marcatului ștanțat în relief (gofrat) de pe suprafața de așezare a membranei. Important: încălzirea membranei peste temperatura de topire optimă poate provoca modificări în structura materialului!

4. granule de ardez, pentru protejarea feței superioare împotriva razelor solare și a ultravioletelor, la membranele folosite ca strat final. Conferă, totodată, un aspect estetic aplicației.

5. nisip, talc, pe fața superioară a membranelor intermediare, folosite în sisteme de hidroizolație bi - sau multi-strat sau în hidroizolații subterane.

Materialele care s-au folosit la impermeabilizarea acoperișului în cauză, au fost următoarele:

1. polistiren extrudat de 5 cm grosime, având următoarele caracteristici tehnice:

Tabel 1. Caracteristicile tehnice ale polistirenului extrudat de 5 cm

Proprietăți	Standard	UM			
Proprietăți tehnice:					
Rezistența termică / Conductivitate termică					
50 mm	EN 12667	m²/KW	W/mK	1,45	0,034
Reacția la foc:					
Clasificare la foc		EUROCLASS		E	
Dimensiuni:					
Grosime (limitele de toleranță)	EN 823			T1	
Proprietăți mecanice:					
Rezistența la compresiune	EN 826	Symbol kPa	CS(10Y)500		
Rezistența la compresiune valoare proiect. la sarcini termen lung	EN 1606	Symbol kPa	CC(2/1.5/5)180		
Absorbția de apă:					
Imersiune	EN 12087	Symbol Vol.-%	WL(T)0,7		
Deformație liniară:					
La temperatura specificată, umiditate relativă (23°C, 90%) și deformare <2%	EN 1604	Symbol %	DS(TH)		
La temperatura și deformarea specificate	EN1605	Symbol %	DLT(2)5		
Dimensiuni:					
Lungime		mm	1250		
Lățime		mm	600		
Grosime		mm	30, 40, 50, 60, 80, 100, 120, 140, 160, 180, 200		

2. membrană autoadezivă de grosime 3mm:

Tabel 2. Caracteristicile tehnice ale membranei autoadezive

SOLAR POLIESTER 3MM

Solar Poliester este o membrană autoadezivă pe baza de bitum modificat cu SBS și armatură din poliester. Se poate utiliza ca strat suport în sisteme multistrat cât și la fundații. Se poate utiliza ca și strat de caserare peste panourile de termoizolație din polistiren.

Caracteristici	METODA DE TEST EN	U.M.	SOLAR POLIESTER 3MM
Grosime	EN 1849-1	mm	3
Lungime	EN 1848-1	m	10
Latime	EN 1848-1	m	1
Forza de tracțiune maximă	EN 12311-1	N	750/550
Alungirea la rupere	EN 12311-1	%	35/35
Flexibilitate la rece	EN 1109	°C	-25
Stabilitatea la cald	EN 1110	°C	+ 100
Finisaj superior/inferior	-	-	PE film/autoadezivă

3. membrană P 4mm.

4. membrană PA 4,5 kg/mp:

Tabel 3. Caracteristicile tehnice ale membranei PA

4MM - MINERALE 4500

membrana SBS cu armatura din poliester. Se poate utiliza în sistemele multistrat de hidroizolații ale structurilor civile sau industriale cu sau fără izolație termică.

Caracteristici	METODA DE TEST EN	U.M.	FLEXPOL 4MM	MINERALE 4500
Grosime	EN 1849-1	mm	3.00/4.00	-
Lungime	EN 1848-1	m	10	10
Latime	EN 1848-1	m	1	1
Greutate	EN 1849-1	kg/m ²	-	4.00/4.50
Rezistența la tracțiune	EN 12311-1	N	700/500	700/500
Alungirea la rupere	EN 12311-1	%	40/40	40/40
Flexibilitate la rece	EN 1109	° C	- 20	- 20
Stabilitatea la cald	EN 1110	° C	+ 100	+ 100
Permeabilitate	EN 1928	kPa	60	60
Finisaj superior/inferior	-		nisip /PE film PE film/PE film	granule de ardezie /PE film

3. DESCRIERE PROCEDEU DE EXECUȚIE

Având în vedere vârsta clădirii, jgheburile și burlanele erau deteriorate și au trebuit și acestea înlocuite. După demontarea sistemului pluvial, s-a trecut la montarea cârligelor de streșină, cu pantă spre sistemul de colectare apelor meteorice, a jgheburilor și șorțurilor de tablă, dar și a burlanelor.

După ce s-au finalizat lucrările de tinichigerie, acoperișul a fost măturat pentru a înlătura eventualele resturi, dar și pentru desprăfuire; apoi se poate începe montarea polistirenului. Ca soluție tehnică, am ales drept adeziv al polistirenului spuma poliuretanică în tub și aplicată cu pistol de dozare. Datorită proprietăților de expansiune scăzută a spumei, dar și timpului scurt de întărire, polistirenul rămâne fixat foarte bine pe stratul suport, nemaifiind necesare dibluri. Totuși, ca măsură suplimentară de siguranță, primele 2 plăci de polistiren de la jgheab spre coamă au fost prinse cu dibluri, pentru a se evita deteriorarea hidroizolației în cazul unui vânt excesiv.



Fig. 1 Lipirea polistirenului extrudat

La membrana autoadezivă de 3 mm, montajul a fost început de la jgheab spre coamă. Din această cauză a trebuit asigurată alinierea perfectă cu latura longitudinală a clădirii și suprapunerea de cel puțin 10 cm între capetele membranelor. Această membrană are dublu rol, de impermeabilizare și de protecție împotriva arzătorului necesar lipirii celorlalte membrane.



Fig. 2 Lipirea membranei autoadezive

Membrana de 4 mm cu nisip a fost montată perpendicular pe cea autoadezivă. Flacăra s-a aplicat cu mișcări continue pentru ca pasta de bitum rezultată în urma încălzirii cu arzătorul să nu curgă, ci să asigure o lipire perfectă. Asemeni stratului anterior, suprapunerea membranei este de minim 10 cm.

Stratul superior al hidroizolației este alcătuit dintr-o membrană ce are greutatea de minim 4,5 kg/mp, având ca protecție împotriva razelor UV fulgi de ardezie. Acest strat trebuie pus delicat cu 0,5 metri față de stratul anterior.



Fig. 3 Alternanța straturilor

4. CONCLUZII

În figura 3 se observă stratul vechi de hidroizolație, polistirenul extrudat albastru, membrana autoadezivă, stratul P4 mm cu nisip și stratul PA 4,5 kg/mp.

Acest sistem de termo-hidroizolație a fost folosit din mai multe motive, unul fiind de natură economică, deoarece amortizarea investiției, doar din diferența de consum de energie necesară încălzirii sau răcirii, se realizează în aproximativ 3 ani.

Un alt motiv pentru alegerea acestei soluții tehnice este acela că membrana anterior montată pe clădire, care încă mai avea proprietăți hidroizolante, a fost folosită ca barieră de vapori pentru termoizolație. Totodată, deșeurile de bitum rezultate au fost reduse spre zero.

Avantajele acestei hidroizolații sunt timpul scurt de execuție, preț redus și totodată reducerea costurilor energiei termice.

Ca soluție alternativă se poate folosi vată bazaltică, cu densitate de minim 60 de kg/mc și membrană de PVC de grosime minim 18 mm, însă trebuie îndepărtat statul de membrană de bitum deja existent, fapt ce duce la o creștere substanțială a prețului. Totodată, trebuie montat și un sistem nou de barieră de vapori.

Bibliografie

1. Normativ privind Proiectarea, Executarea și Exploatarea Hidroizolațiilor la Clădiri (revizuire Normativ NP 040-2002).
2. Normativ pentru Proiectarea și Executarea Hidroizolațiilor din Materiale Bituminoase la Lucrările de Construcții – indicativ C 112-86.
3. www.arcon.ro
4. www.matco.it

Conținutul de bitum natural din nisipul bituminos din România

Ioniță Gabriela

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

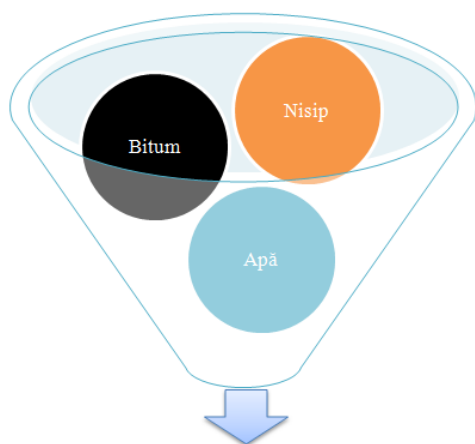
Rezumat

Creșterea progresivă a cererii pentru mixturi asfaltice și în consecință pentru bitumul rutier, corelată cu deficitul cantitativ și calitativ al acestui material esențial la realizarea lucrărilor de drumuri, au reliefat importanța utilizării la prepararea amestecurilor bituminoase de componenți neconvenționali, cum ar fi nisipul bituminos. Utilizarea nisipurilor bituminoase este impusă de creșterea semnificativă a prețului lianților bituminoși, concomitent cu degradarea treptată a rețelei de drumuri din România, precum și cu sporirea gradului de motorizare și, așadar, a limitării posibilităților de reabilitare datorată costurilor ridicate. Prin încorporarea nisipurilor bituminoase în amestecul asfaltic se realizează o reducere semnificativă a cantității de bitum utilizată în mod convențional, liant care în momentul de față este adus doar din import. Lucrarea prezintă cuantificarea beneficiilor specifice utilizării nisipurilor bituminoase din România din punct de vedere al conținutului de bitum, prin încercări specifice efectuate în Laboratorul de Drumuri din cadrul Universității Tehnice “Gheorghe Asachi” din Iași, în vederea elaborării ulterioare a unor rețete eficiente de mixturi asfaltice ce înglobează aceste materiale și, în final, pentru implementarea acestei proceduri în practica curentă.

Cuvinte cheie: nisip bituminos, bitum, mixturi asfaltice, îmbrăcămintă rutieră.

1. INTRODUCERE

Nisipurile bituminoase sunt depozite de nisip impregnate cu un material dens, vâcos, numit bitum (James G. Speight, 2009). Conform figurii 1, dacă ar fi să dăm o definiție mai amplă al nisipului bituminos, acesta este un amestec compus din nisip cuarțos și particule fine în proporție de 80 %, un înveliș subțire de apă în proporție de 5 % și bitumul care umple spațiile porilor dintre granulele de nisip în proporție de 15 %. (Ronald F. Probstein E. Edwin Hicks, 2006).



Nisip bituminos

Fig. 1 – Compoziția nisipului bituminos (Dayna, 2010)

În România se găsește bitum natural sub formă de impregnații în două mari zone geografice: în județul Bihor, în bazinul Derna – Tătăruș - Budoii, lângă Oradea și în județul Prahova, la Matița și Păcureț (Fig. 2).

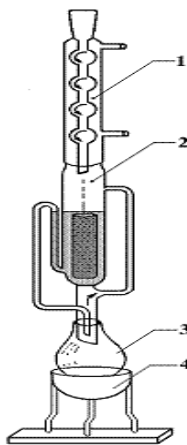


Fig. 2 – Locația geografică a zonelor cu nisip bituminos din România (Sursă: google maps.com)

Nisipul bituminos din județul Bihor este de foarte bună calitate, nu conține parafină și are în medie 10 – 20 % bitum pur. Nisipul bituminos din județul Prahova este de asemenea de foarte bună calitate, având un conținut de bitum pur în medie 10 – 12 % și spre deosebire de nisipul bituminos din județul Bihor, acesta prezintă fracțiuni de mică în componența sa (Mătășaru și colab., 1966). Atât nisipul bituminos de la Derna - Tătăruș - Budoii cât și nisipul bituminos de la Matița și Păcureț sunt folosite cu succes la lucrările de drumuri ce au loc pe plan local cu sau fără adaos de bitum dur (Nicoară și colab. 1985).

2. METODOLOGIA CERCETĂRII

Pentru a scoate în evidență conținutul de bitum natural din nisipul bituminos din România (județul Bihor și județul Prahova), în laboratorul de drumuri s-a realizat extracția bitumului din nisipul bituminos folosind aparatura formată din aparatul Soxhlet (figura 3), cuib de încălzire, cartușe de extracție, capsule de porțelan, baghete de sticlă, balanță cu precizie de 0,1 g, etuvă, iar ca solvent s-a folosit cloroform.



1 - refrigerent; 2 - extractor; 3 - balon; 4 – cuib de încălzire.

Fig. 3: Aparat Soxhlet (STAS 1338/2-87, 1987)

S-au confecționat câte 2 cartușe din hârtie de filtru pentru fiecare tip de nisip bituminos folosit, au fost cântărite în prealabil goale, greutatea fiind notată cu G_C , apoi s-a pus nisip bituminos fiind cântărite din nou, această greutate fiind notată cu G_{C+M} .

Cartușele astfel pregătite s-au introdus în extractorul aparatului, peste o spirală din sârmă inoxidabilă, astfel încât marginea superioară a cartușului să fie cu minimum 10 mm sub nivelul sifonului extractorului. Se introduce solvent în balon, în cazul de față cloroform, cu puțin peste jumătate din capacitatea sa, după care se trece la montarea aparatului și conectarea refrigerentului sau la o sursă de apă rece. Balonul cu solvent se încălzește cu ajutorul cuibului de încălzire. Vaporii de solvent se ridică în refrigerent, unde se condensează, iar picăturile cad continuu în extractor, pătrunzând în nisipul bituminos. Solventul extrage bitumul și trece prin pereții cartușului ridicând nivelul soluției în extractor. Când soluția de bitum și solvent ajunge la nivelul sifonului, începe sifonarea și aceasta se scurge în balon. Procesul de extracție se repetă până când solventul din extractor devine incolor (circa 8 - 10 ore). După răcirea aparatului, acesta se demontează, se scoate cartușul cu agregatul

natural, care se usucă întâi în aer și apoi în etuvă la 110 - 120 °C, până la masă constantă.

După uscare, cartușele au fost cântărite, greutatea lor fiind notată cu G_{C+A} , iar agregatul natural a fost cernut obținându-se curba granulometrică atât pentru nisipul bituminos din județul Bihor cât și pentru nisipul bituminos din județul Prahova.

3. REZULTATE CANTITATIVE, CALITATIVE ȘI INTERPRETĂRI

Pentru determinarea conținutului de bitum din nisipul bituminos se va folosi relația (1), prezentată mai jos:

$$B = \frac{G_{C+M} - G_{C+A}}{G_{C+M} - G_C} \cdot 100, [\%] \quad (1)$$

B - conținutul de bitum din nisipul bituminos

G_C - greutate cartuș gol

G_{C+M} - greutate cartuș cu nisip bituminos

G_{C+A} - greutate cartuș cu agregat după extracția nisipului bituminos.

3.1. Nisip bituminos de la Derna - Tătăruș - Budoii din județul Bihor

Cartuș 1

$$G_{C1} = 15.4g$$

$$G_{C1+M} = 1332.0g$$

$$G_{C1+A} = 1079.1g$$

$$B_1 = \frac{G_{C1+M} - G_{C1+A}}{G_{C1+M} - G_{C1}} \cdot 100 \rightarrow B_1 = \frac{1332.0 - 1079.1}{1332.0 - 15.4} \cdot 100 \rightarrow B_1 = 19.21\%$$

Cartuș 2

$$G_{C2} = 15.6g$$

$$G_{C2+M} = 1384.6g$$

$$G_{C2+A} = 1116.8g$$

$$B_2 = \frac{G_{C2+M} - G_{C2+A}}{G_{C2+M} - G_{C2}} \cdot 100 \rightarrow B_2 = \frac{1384.6 - 1116.8}{1384.6 - 15.6} \cdot 100 \rightarrow B_2 = 19.56\%$$

$$\text{Conținut de bitum } B = \frac{B_1 + B_2}{2} \rightarrow B = \frac{19.21 + 19.56}{2} \rightarrow B = 19.39\%$$

Tabel 1. Curba granulometrică a nisipului bituminos de la Derna – Tătăruș – Budoii din județul Bihor

Trecut prin ciur/sită, mm %	4	2	1	0,125	0,063
Cartuș 1	100,00	99,73	98,77	22,88	7,27
Cartuș 2	100,00	99,64	98,61	8,05	4,23
Media	100,00	99,69	98,69	15,47	5,75

3.2. Nisip bituminos de la Matița și Păcureț din județul Prahova

Cartuș 1

$$G_{C1} = 17.7g$$

$$G_{C1+M} = 1320.8g$$

$$G_{C1+A} = 1073.3g$$

$$B_1 = \frac{G_{C1+M} - G_{C1+A}}{G_{C1+M} - G_{C1}} \cdot 100 \rightarrow B_1 = \frac{1320.8 - 1073.3}{1320.8 - 17.7} \cdot 100 \rightarrow B_1 = 18.99\%$$

Cartuș 2

$$G_{C2} = 18.8g$$

$$G_{C2+M} = 1510.9g$$

$$G_{C2+A} = 1248.5g$$

$$B_2 = \frac{G_{C2+M} - G_{C2+A}}{G_{C2+M} - G_{C2}} \cdot 100 \rightarrow B_2 = \frac{1510.9 - 1248.5}{1510.9 - 18.8} \cdot 100 \rightarrow B_2 = 17.59\%$$

$$\text{Conținut de bitum } B = \frac{B_1 + B_2}{2} \rightarrow B = \frac{18.99 + 17.59}{2} \rightarrow B = 18.29\%$$

Tabel 2. Curba granulometrică a nisipului bituminos de la Matița și Păcureț din județul Prahova

Trecut prin ciur/sită, mm %	4	2	1	0,125	0,063
Cartuș 1	100,00	99,82	99,76	7,07	3,20
Cartuș 2	100,00	99,98	99,85	4,99	2,50
Media	100,00	99,69	98,69	15,47	5,75

După cum se poate observa, în Laboratorul de drumuri s-au realizat analize pentru obținerea procentului de bitum natural din nisipul bituminos din România: un procent de 19,39 % pentru nisipul bituminos de la Derna – Tătăruș – Budoii, valoare care se încadrează în valorile ce se găsesc în literatura de specialitate (10 – 20 %) și un procent de 18,29 % pentru nisipul de la Matița și Păcureț, valoare care depășește valorile ce se găsesc în literatura de specialitate (10 – 12 %).

4. CONCLUZII ȘI DEZVOLTĂRI VIITOARE

Așa cum s-a putut observa în acest studiu realizat în laborator, nisipurile bituminoase din România prezintă un procent de bitum natural relativ bun: 19,39 % nisipurile bituminoase de la Derna – Tătăruș – Budoii din județul Bihor și 18,29 % nisipurile bituminoase de la Matița și Păcureț din județul Prahova. Utilizarea lor la alcătuirea mixturilor asfaltice pe plan local reprezintă o soluție avantajoasă din punct de vedere economic.

Bibliografie

1. Linley, D. 2010 Oil Sands Basics, [Accesat pe 15.01.2016], online http://www.sustainalytics.com/sites/default/files/OilSandsBasics_v1.0.pdf.
2. Ronald F. Probstein, E. Edwin Hicks, Synthetic fuels, New York, Dover Publication Inc., 2006, pg. 183-184.
3. Matasaru Tr., Craus I., Dorobantu St., Drumuri [Roads], Editura Tehnică, București, 1966
4. STAS 1338/2-87. 1987. Mixturi asfaltice și îmbrăcămînți bituminoase executate la cald. Metode de determinare și încercare. București: Institutul român de standardizare, 1987.
5. Nicoara L., Paunescu M., Bob C., Biltiu A., Îndrumătorul laboratorului de drumuri [Laboratory roads guide], Editura Tehnică, București, 1985
6. James G. Speight, 2009 Coal, Oil Shale, Natural Bitumen, Heavy Oil and Peat - Volume 2 Coal, Oil Shale, Natural Bitumen, Heavy Oil and Peat - Volume 2 No. of Pages: 452 ISBN: 978-1-84826-018-4 (eBook) ISBN: 978-1-84826-468-7