



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

Al XI-lea simpozion național
Creații universitare

Cercetări științifice interdisciplinare în Inginerie Civilă
2018

ISSN 2247-4161

ISSN-L 2247-4161

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

CREAȚII UNIVERSITARE 2018

**Cercetări științifice interdisciplinare în Inginerie
civilă**



Editura Societății Academice „Matei - Teiu Botez”
Iași 2018

Al XI-lea Simpozion Național „Creații universitare”, Iași, 2018

Editori coordonatori:

șef lucrări dr.ing. Gabriela Covatariu
dr.ing.Silviu Ioan Poenaru

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

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

C U P R I N S

1. Soluții economice pentru întreținerea drumurilor județene – Babliuc Sorin	1 - 6
2. Analiza biturilor și îmbunătățirea structurii fizico-chimică a acestora – Beilic Constantin Andrei	7 - 12
3. Măsurile privind reducerea sensibilității la umezire a terasamentelor pe drumurile județene – Boboc Sebastian Petru	13 - 20
4. Elemente compozite din lemn și beton – Cutia Evgheni	21 - 28
5. Structura patrimoniului național construit și necesitatea reabilitării acestuia – Ghiga Dan Alexandru	29 - 34
6. Utilizarea sticlei reciclate în compoziția betonului ca agregat – Guțu Elena Alina	35 - 43
7. Încercarea accelerată a structurilor rutiere – Hoha Didi	44 - 53
8. Stadiul actual al cunoașterii privind rigiditatea elementelor din beton armat – Iftode Vlăduț-Ionel	54 - 60
9. Istoria rezervoarelor de apă. Calitatea apei și problema deficitului de apă în Emiratele Arabe Unite – Mataz Al Tarmanini	61 - 74
10. Determinarea nivelului de zgomot generat de vehiculele grele pe drumurile naționale principale ce tranzitează municipiul Iași – Paraschiv Liliana (Fronea)	75 - 80
11. Studiu de caz privind logistica șantierelor de construcții din Iași, România – Petrescu Tudor-Cristian	81 - 89
12. Tendințe actuale de realizare a structurilor din lemn – Poenaru Oana-Alexandra (Coflea)	90 - 98
13. Sisteme de monitorizare și evaluare riscuri structurale la tuneluri – Săvoia Alexe	99 - 105
14. Cercetări privind încercările de penetrare cu aplicabilitate în proiectarea geotehnică – Ștefurar Tudor	106 - 111
15. Calculul structurilor conform EN1. Prognozarea valorii presiunii vântului pentru Republica Moldova – Țurcan Vadim	112 - 118
16. Creșterea eficienței energetice în clădiri prin introducerea materialelor cu schimbare de fază – Vizitiu Robert Ștefan	119 - 125

Soluții economice pentru întreținerea drumurilor județene

Babliuc Sorin,

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

Rezumat

Articolul de față își propune să facă o scurtă trecere în revistă a unor măsuri și soluții privind stabilirea unor metode economice de a acționa în vederea îmbunătățirii îmbrăcămintei rutiere a rețelei drumurilor județene din județul Iași, indiferent de tipul îmbrăcămintei rutiere (pământ, împietruiri, beton asfaltic sau beton de ciment).

Aceste măsuri constau în introducerea de materiale noi sau tehnologii noi ce nu au fost folosite pe aceste categorii de drumuri la nivelul județului Iași .

Cuvinte cheie : drumuri, materiale și tehnologii noi

1. INTRODUCERE

Tema de cercetare constă în stabilirea unor metode practice, atât din punct de vedere tehnic cât și economic, de a acționa în vederea îmbunătățirii rețelei de transport a drumurilor județene din județul Iași.

La finele anului 2017, după tipul îmbrăcămintei rutiere, situația se prezintă astfel:

1.Asfalt	562.687 km
2.Dale beton	41.415 km
3.Piatră	315.128 km
4.Pământ	76.208 km
LUNGIME TOTALĂ	995.438 km

După cum se poate observa îmbrăcămintea rutieră formată din beton asfaltic sau de beton de ciment reprezintă 60,70% din totalul rețelei, având o pondere foarte mare drumurile împietruite sau din pământ.

Acest fapt se datorează, în primul rând, subfinanțării cronice privind dezvoltarea căilor de comunicații județene din 1989 și până în prezent, atât în ceea ce privește alocarea de fonduri pentru reparații (curente sau capitale) cât și pentru modernizarea lor.

Pentru o dezvoltare continuă a rețelei de transport ar trebui ca cel puțin 10% din întreaga rețea să intre într-un program anual de modernizare, fapt ce ar conduce implicit și imediat la dezvoltarea atât economică cât și socială a comunităților locale și implicit al regiunii.

Având în vedere că principala sarcină a Direcției Județene de Administrare a Drumurilor și Podurilor Iași este cea de întreținere în stare de viabilitate permanentă și de dezvoltare a rețelei de drumuri județene, este necesar a se studia metode, materiale și tehnologii noi pentru o eficientizare la maxim a folosirii finanțărilor primite.

2. METODOLOGIA CERCETĂRII

2.1. Tipul de îmbrăcăminte rutieră a drumurilor județene

În general, drumurile județene au patru tipuri de îmbrăcăminte rutieră: beton asfaltic, beton de ciment, împietruiri (piatră spartă sau balast) și pământ. Pentru fiecare tip de îmbrăcăminte rutieră se impun soluții specifice, dar care pot fi în același timp interconectate.

2.2. Tipuri generale de lucrări pentru modernizarea drumurilor județene

Pentru îmbunătățirea condițiilor de circulație pe rețeaua de drumuri județene este necesară evacuarea apelor pluviale.

Pentru eliminarea apelor de suprafață se folosesc șanțuri de pământ sau pereate de scurgere, cu condiția asigurării unor pante transversale spre șanț sau rigolă. Apele de suprafață provenite din precipitațiile atmosferice căzute pe ampriză se pot infiltra în corpul drumului, reducându-i astfel capacitatea portantă.

2.2.1. Drumurile cu îmbrăcăminți bituminoase

Având în vedere că aceste drumuri sunt cele cu lungimea cea mai mare din întreaga rețea, precum și faptul că asigură un confort sporit în exploatare, întreaga atenție se îndreaptă spre acest tip de îmbrăcăminte rutieră.

Având în vedere că sumele alocate pentru reparații sunt foarte mari, am hotărât să folosim în componența asfaltului bitum modificat.

Pentru a putea vedea efectele în timp, am folosit acest tip de bitum pe 6 tronsoane de drumuri diferite atât ca poziție geografică în cadrul județului cât și ținând cont de următorii parametri:

- tipul de trafic;
- nr. de mașini zilnice;
- zona de relief;
- apropierea de zone de balastieră;
- zona de legătură dintre un drum național și un drum județean.

Acest tip de material a dat rezultate până acum, fapt dovedit de comportarea în timpul iernii și în urma vizualizărilor la teren. Aceste tronsoane sunt în garanția de bună execuție în următorii ani, până în 2020, fiind întocmit un program special de urmărire a lucrărilor.

De asemenea se are în vedere și folosirea reciclării la cald a stratului asfaltic, dar această metodă este viabilă din punct de vedere tehnic și financiar doar pentru suprafețe ce depășesc 42.000 m² un tronson.

2.2.2. Drumuri cu îmbrăcăminți de beton de ciment

Metoda folosită constă în următoarele etape:

- îndepărtarea betonului degradat și tăierea în forme geometrice, având muchiile paralele sau perpendiculare pe axa drumului;
- curățarea zonei;
- turnarea betonului rutier de aceeași clasă cu cel existent.

În urma analizei situației din teren , propunerea pentru reparații constă în :

- îndepărtarea betonului degradat și tăierea în forme geometrice, având muchiile paralele sau perpendiculare pe axa drumului;
- execuția straturilor de fundație și, acolo unde se impune, folosirea pentru stabilizarea terenului a pietrișului amestecat cu ciment;
- punerea în operă a betonului rutier de aceeași clasă cu cel existent;
- în zonele puternic afectate ale infrastructurii, se poate folosi și armarea locală a dalei.

2.2.3. Drumuri împietruite

Drumurile împietruite pot fi din piatră spartă de carieră sau din pietriș.

Metoda de lucru constă în :

- lucrări de corectare a traseului în plan transversal și longitudinal;
- aprovizionarea, așternerea și cilindrarea cu material pietros (pietriș - până în 300 m³/km, piatră spartă - în 600 m³/km);
- amenajarea și completarea acostamentelor.

Lucrările propuse constau în următoarele etape:

- stabilizarea în situ a suprafeței întregului corp al drumului cu lianți hidraulici pe o adâncime de 20-25 cm, inclusiv a acostamentelor ;

- aprovizionarea, așternerea și cilindrarea cu material pietros.

Suplimentar, pentru drumurile din piatră spartă, se propune execuția unui strat penetrat cu bitum din piatră spartă de minim 10 cm grosime.

În funcție de necesități și posibilitățile impuse de alocarea bugetară se pot executa și două straturi din beton asfaltic.

2.2.4. Drumuri de pământ

Până acum metoda folosită consta în următoarele etape:

- lucrări de terasamente pentru corectarea traseului în plan atât transversal cât și longitudinal;
- aprovizionarea, așternerea și cilindrarea cu material pietros (balast) până în 200 m³/km;
- amenajarea și completarea acostamentelor.

Lucrările impuse la teren începând cu anul 2017 constau în următoarele etape:

- lucrări de terasamente pentru corectarea traseului în plan atât transversal cât și longitudinal;
- stabilizarea în situ a suprafeței întregului corp al drumului cu pietriș pe o adâncime de 10-15 cm, inclusiv a acostamentelor;
- aprovizionarea, așternerea și cilindrarea cu material pietros (pietriș) cu 200 m³/km.

3. REZULTATE CANTITATIVE, CALITATIVE ȘI INTERPRETĂRI

Toate aceste tipuri de lucrări prezentate mai înainte sunt cunoscute în literatura de specialitate, dar, din diverse motive, nu s-a încercat nici să fie puse în practică în cadrul DJADP Iași.

În literatura de specialitate sunt prezentate avantajele și dezavantajele fiecărui tip de lucrare, dar o măsură exactă asupra oportunității implementării lor în cadrul lucrărilor de întreținere și modernizare a drumurilor județene va fi dată de studierea lor în următorii ani în comportarea sub trafic.

Având în vedere că sumele alocate pentru reparații sunt foarte mari, am hotărât să folosim în componența asfaltului pus în operă a bitumului modificat cu polimeri, în vederea reducerii sumelor alocate pentru întreținere în perioada de postgaranție.

În ultimii ani s-au alocat sume importante pentru menținerea în stare de viabilitate a drumurilor județene, principalul obiectiv fiind lucrările de întreținere prin execuția de plombe - clasice sau prin stropiri succesive.

Tabel 1. Valorile alocate prin HCJ pentru intretinere drumuri, in lei

Anul	Nr. HCJ	Valoare alocată plombări	Valoare alocată covoare
2011	259	2.600.000,00	650.000,00
2012	300	2.363.000,00	520.000,00
2013	382	1.161.130,00	1.000.000,00
2014	333	3.106.800,00	2.094.900,00
2015	329	6.000.000,00	4.059.970,00
2016	315	8.317.740,00	7.654.520,00
2017	457	2.180.540,00	9.326.230,00
2018	335	2.557.290,00	763.590,00
TOTAL		28.286.500,00	26.069.210,00

Având în vedere că alocările bugetare au fost îndreptate preponderent pentru lucrări de întreținere, care se repetă an de an și sunt permanent înghițitoare de resurse am hotărât să schimbăm abordarea, accentul căzând pe execuția de covoare bituminoase, care să reziste mai mult și să se facă astfel economii privind păstrarea viabilității drumurilor cât mai mult timp posibil fără a se interveni asupra lor.

4. CONCLUZII ȘI DEZVOLTĂRI ULTERIOARE

Tematica de cercetare constă în stabilirea unor metode practice atât din punct de vedere tehnic cât și economic, de a acționa în vederea îmbunătățirii rețelei de transport a drumurilor județene ale județului Iași, ce are perspective de dezvoltare în viitor, ținând cont de dorința de dezvoltare sustenabilă a zonei și a județului Iași.

Bibliografie

1. AND 605-2016 - Normativ privind mixturile asfaltice executate la cald. Condiții tehnice de proiectare , preparare și punere în operă a mixturilor asfaltice.
2. AND 554-2002 - Normativ privind intretinerea și repararea drumurilor publice.

3. SR 183-2:1998 - Lucrări de drumuri. Îmbrăcăminiți de beton de ciment executate în cofraje glisante. Condiții tehnice de calitate.
4. SR 662:2002 - Lucrări de drumuri. Agregate naturale de balastieră. Condiții tehnice de calitate.
5. SR 667:2001 - Agregate naturale și piatră prelucrată pentru lucrări de drumuri. Condiții tehnice de calitate.
6. O.M.T. nr.43 /27.01.1998 - Norme privind protecția mediului ca urmare a impactului drum-mediu înconjurător.
AND 545-1998 - Normativ privind execuția tratamentelor bituminoase cu agregate de balastiera neconcasate pe drumuri cu trafic redus.
- 8.CD 16-2000 - Normativ privind condițiile de proiectare și tehnologia de execuție a lucrărilor de îmbrăcăminti asfaltice ușoare.
- 9.AND 582-2002 - Normativ privind proiectarea și execuția pietruirii drumurilor de pământ. Condiții tehnice de calitate.
- 10.NE 014-2002 - Normativ pentru executarea îmbrăcăminiților rutiere din beton de ciment în sistem de cofraje fixe.
- 11.AND 571-2002 - Catalog de studii de ramforsare a structurilor rutiere și semirigide pentru sarcina de 115 KN pe osia simplă.
- 12.NE 026-2004 - Normativ privind reciclarea la cald a îmbrăcăminiților rutiere bituminoase.
- 13.AND 599-2010 - Normativ pentru întreținerea drumurilor naționale pe criterii de performanță.

Analiza biturilor și îmbunătățirea structurii fizico-chimice a acestora

Beilic Constantin Andrei ,

doctorand, Facultatea de Construcții și Instalații Iași, andreibeilic92@gmail.com

Rezumat

Activitatea practică de construcție, modernizare și întreținere a drumurilor preconizează utilizarea unor materiale de calitate pentru creșterea duratei de exploatare sub acțiunea solicitărilor (trafic și condiții climaterice). Unul din principalele componente ale industriei moderne de construcții rutiere este bitumul. Sunt prezentate metode de îmbunătățire a calității asfaltului care se bazează în mare măsură pe dezvoltarea și introducerea de noi tipuri de bitum rutier de înaltă calitate și materiale modificate cu polimeri. Îmbunătățirea bitumului (liant organic) este una dintre principalele metode de creștere a calității mixturilor asfaltice utilizate pentru asfaltarea drumurilor.

Cuvinte cheie: bitum, bitum modificat, polimeri, îmbrăcăminte rutieră

1. INTRODUCERE

Bitumul este o substanță organică sau artificială, un amestec de hidrocarburi (cu masă moleculară mare) și derivații lor nemetalici. Compoziția chimică principală a bitumului este formată din: carbon (70-87%), hidrogen (8-12%), sulf (0,5-7%), oxigen (0,2-12%) și azot 0-2%.

Este o substanță solidă sau vâscoasă-lichidă, de la maro închis la culoare neagră, este insolubilă în apă, total sau parțial solubil în benzen, cloroform, sulfură de carbon și alți solvenți organici cu densitatea 0,95-1,50 g/cm³.

În prezent, diferite tipuri de bitum se folosesc în: industria construcțiilor de drumuri (75-80% din ponderea totală a consumului de bitum), producția de turnătorie și electrochimie, medicină, producția de vopsele și produse din cablu.

2. METODOLOGIA CERCETĂRII

Liantul care stă la baza realizării structurilor rutiere suple este bitumul. În cadrul studiului de cercetare s-a făcut o analiză asupra clasificării biturilor și s-a scos

în evidență principalele tipuri de bitumuri care se folosesc în industria construcției de drumuri. S-a realizat un studiu asupra proprietăților fizice și chimice a acestor bitumuri.

3. CARACTERISTICILE BITUMULUI

3.1 Clasificarea bitumului

În funcție de proveniență

- bitum natural – este solid sau lichid vâscos. Se găsește asociat cu diferite substanțe minerale și, în acest caz, se numește rocă asfaltică (asfalt natural sau nisip bituminos). Mesopotamienii îl foloseau în urmă cu 7000 de ani drept agent de legătură în construcții. Cele mai cunoscute bitumuri naturale sunt: bitumul de Trinidad (56 % bitum pur), bitumul de Bermudez din Venezuela (96 % bitum pur), bitumul din Marea Moartă (98 % bitum pur). În România se exploatează bitum natural impregnat cu nisip, în bazinul Derna-Tătăruș-Voivozi (județul Bihor). Acest bitum, în proporție de 10...20% din masa nisipului bituminos, este de consistență foarte redusă și de aceea trebuie prelucrat în mod special pentru a se obține un bitum corespunzător pentru executarea diferitelor construcții rutiere. Se mai găsește nisip bituminos la Matița (județul Prahova) cu un conținut de 8...12% bitum.
- bitum artificial (tehnic) - se obține în principal din reziduuri de prelucrare a petrolului, uleiuri de curățare, gudron de cărbune, precum și prin extracția de turbă și cărbune brun. Cele mai valoroase bitumuri sunt cele care sunt compuse dintr-un număr mare de parafine.

În funcție de tipul de materie primă

- bitum de turbă – izolat din turbă cu ajutorul solvenților organici sau amestecuri ale acestora. Este utilizat în industria metalurgică, în fabricarea de produse din plastic și electrocasnice, precum și în medicină.
- bitum de cărbune – produsul este obținut din mai multe tipuri de cărbune, cu ajutorul solvenților organici. Bitumul de cărbune poate fi utilizat în industria construcțiilor de drumuri după o prelucrare ulterioară deoarece acestea au un indice de cancerigenitate foarte ridicat. Acesta poate fi folosit la prepararea amestecurilor pentru asfaltare, în producția de emulsii bituminoase.
- Bitum petrolier – un produs de rafinare a petrolului.
 - Rezidual – preparat prin distilare atmosferică în vid a reziduurilor petroliere grele la 300-359°C;

- Oxidat – se prepară prin oxidarea (suflare a aerului) produselor de prelucrare a petrolului sau amestecuri ale acestora cu o varietate de extracte, rășini sau alți intermediari de rafinărie grele, la o temperatură de 260-280°C;
- Compoundat – se obține prin amestecarea între ele a bitumului rezidual și a bitumului oxidat, precum și alte reziduuri petroliere și produși intermediari obținuți în timpul rafinării petrolului.
- Cracare – se obțin în urma cracării petrolului și a uleiurilor de petrol sub acțiunii unei temperaturi și presiuni crescute.

În funcție de consistență

• Bitum solid – produse derivate din turbă și cărbune brun cu solvenți organici. Acestea pot fi de 3 tipuri:

- Fragile
- Foarte plastice
- Plastice

• bitum vâscos

• bitum lichid – obținut prin amestecarea unui bitum vâscos cu diluanți (de aceea este adesea numit „lichefiat“). Proprietățile acestui bitum sunt în mare măsură determinate de proprietățile diluantului utilizat (kerosen, benzină, lignină, uleiuri petroliere, păcură și altele). La rândul său, bitumul lichid este separat în 2 tipuri, în funcție de viteza de îngroșare:

- Bitum lichid cu îngroșare medie
- Bitum lichid cu îngroșare lentă

În funcție de destinație

• bitum rutier – este utilizat în producția de mixturi asfaltice calde și reci (proporția de bitum în amestec - de la 4 până la 10%), emulsii bituminoase, paste și alte materiale rutiere.

• bitumuri de acoperire – acestea se împart în 2 clase: de acoperire și de impregnare.

• bitumuri de izolare – sunt utilizate la fabricarea de materiale hidroizolante

• bitumuri civile – sunt folosite în executarea lucrărilor de reparație și construcție.

• bitumuri cu scop special – sunt utilizate la fabricarea vopselelor, anvelope și produselor electrice.

3.2 Rolul și aplicarea bitumului în industria construcțiilor de drumuri

Bitumul și produsele bazate pe acesta sunt unele dintre componentele cheie ale industriei moderne de construcții rutiere. Lucrări de îmbunătățire a calității asfaltului se bazează în mare măsură pe dezvoltarea și introducerea de noi tipuri de bitum rutier de înaltă calitate și materiale modificate cu polimeri. Îmbunătățirea proprietăților bitumului (liant organic) este una dintre principalele metode de creștere a calității mixturilor asfaltice utilizate pentru asfaltarea drumurilor. În cele mai multe cazuri, îmbunătățirea proprietăților liantului de bitum înseamnă creșterea proprietăților sale de aderență și creșterea rezistenței la fluctuațiile de temperatură.

Bitum rutier

Cel mai larg domeniu de utilizare a biturilor îl constituie construcțiile de drumuri. Liantul folosit pentru pavajele asfaltice și straturile bituminoase ale structurilor de carosabil este bitumul, care leagă componentele anorganice ale asfaltului (nisip, criblură, material de umplutură, de cele mai multe ori filer de calcar).

Bitumul este fabricat din țiței, însă nu toate tipurile de țiței sunt potrivite pentru producția de bitum. Conținutul de componente greu volatile (cu punct de fierbere peste 500°C) și caracteristicile lor sunt decisive. Țițeiurile folosite la obținerea bitumului, așa numitele țițeiuri grele, sunt un amestec de țițeiuri naftenice și mixte. Pe durata procesului de distilare se obțin reziduuri cu un conținut redus de parafine dar cu procent mare de compuși macromoleculari lungi.

Reziduul rezultat în cursul distilării ajunge la uzina de suflare. Prin suflarea aerului la o temperatură de 260-300°C, din materialul de bază se obține un bitum cu punct de înmuiere mai ridicat, cu penetrație mai mică, cu conținut de asfalten mai ridicat, corespunzător cerințelor de construire a drumurilor. Prin modificarea gradului de suflare se pot obține bitumuri de diferită duritate:

- Bitum rutier D 20/30
- Bitum rutier D 35/50
- Bitum rutier D 50/70
- Bitum rutier D 70/100
- Bitum rutier D 100/150
- Bitum rutier D 160/220

Bitum modificat cu polimeri

Bitumul modificat cu polimeri este caracterizat în special de elasticitatea deosebită, intervalul mare de plasticitate, având o adezivitate excelentă, indiferent de condițiile de climă. Prin urmare, produsul reprezintă soluția ideală pentru construcția de drumuri în regiuni cu condiții climaterice dificile, trafic greu și

solicitări extreme.

Prin utilizarea lui, teoretic, se reduce numărul de lucrări de mentenanță ale unei șosele.

Bitumuri modificat cu polimeri:

- Bitum modificat cu polimeri 10/40-60
- Bitum modificat cu polimeri 10/40-65
- Bitum modificat cu polimeri 25/55-60
- Bitum modificat cu polimeri 25/55-65
- Bitum modificat cu polimeri 45/80-60
- Bitum modificat cu polimeri 45/80-65
- Bitum modificat cu polimeri 120/200-45

4. STUDIU DE CAZ

Scopul studiului de caz este de a scoate în evidență oportunitatea de a utiliza bitumul modificat cu polimer în industria de construcție a drumurilor.

Modificarea reprezintă ansamblul de acțiuni efectuate asupra liantului bituminos și/sau mixturii în scopul extinderii intervalului termoplastic.

Sistemul american a abordat de mai multă vreme terminologia PG ("Performance Grade") care indică între ce temperaturi se încadrează liantul bituminos. Metodele cele mai utilizate pentru creșterea PG sunt cele de adăugare de polimeri: elastomeri sau plastomeri, ori combinații ale acestora sau alte materiale care să crească performanțele, fără a diminua alte proprietăți ale liantului.

Modificarea poate fi chimică - prin utilizarea polimerilor fosforici sau fizică - prin adăugarea de diverse substanțe sau materiale:

- ceruri sintetice sau minerale, aminice ori neutre
- polietilene reactive sau neutre - terpolimeri
- elastomeri și combinații: Stiren-Butadien-Stiren SBS sau SB, SBR; pudră de cauciuc în diverse variante, cu adjuvanți cross-linking sau simplă, cu terpolimeri ori cu bitum.

Bitumurile modificate cu polimeri sunt o grupă de lianți rutieri elaborată special în scopul combaterii celor mai frecvente probleme rutiere – deformațiile apărute pe drumurile ce susțin trafic greu și foarte greu, fisurile apărute la temperaturi joase în perioada de iarnă și în scopul creșterii rezistenței la uzură a îmbrăcăminții rutiere.

Îmbrăcămințile bituminoase în care a fost folosit bitum modificat sunt mai rezistente comparativ cu suprafețele cu bitum rutier obișnuit. Principalele diferențe

între bitumurile rutiere și bitumurile modificate sunt date de cei doi parametri de bază a liantului: penetrația și temperatura de înmuiere. Făcând comparație între aceste două tipuri de bitum la o penetrație realizată la temperatura de 25°C s-a observat o diferență a temperaturilor de înmuiere: pentru bitumurile rutiere aceasta este de 35-60 °C, iar pentru bitumurile modificate cu polimeri este de 55-70 °C.

Dacă facem o comparație între perioadele de garanție oferite de producător, îmbrăcămintea rutieră ce are în compoziție bitum rutier oferă o garanție de circa doi ani, în timp ce folosirea bitumului modificat cu polimer oferă o garanție până la zece ani.

5. CONCLUZII ȘI DEZVOLTĂRI ULTERIOARE

După cum s-a putut observa în urma studiului de cercetare, utilizarea bitumului modificat cu polimeri prezintă următoarele avantaje: stabilitate ridicată la temperaturi mari, temperatura de topire mai mare de 150 °C, flexibilitate la rece (de la 0°C până la -25 °C), elasticitate la temperaturi scăzute, aderență bună la substrat, rezistență la stres mecanic și îmbătrânire naturală, durată de viață între 15-20 de ani, garanția producătorului de 10 ani.

Bibliografie

1. CONCAWE: Chemical Safety Report. Part B. "Bitumen" and "Oxidized Asphalt"
2. Păunel E. – Lianți hidrocarbonați, Iași, Litografia învățământului de drumuri. Editura tehnică, București, 1985. 1958
3. Robert Hunter, Bituminous mixtures in road construction, Thomas Telford House, London, 1994
4. Buletin Tehnic Rutier, ianuarie 2005
5. Simionescu Cr., Tratat de Chimia compușilor macromoleculari, Editura Didactică și pedagogică, București , 1973

Măsurile privind reducerea sensibilității la umezire a terasamentelor pe drumurile județene

Boboc Sebastian Petru,

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

Rezumat

Articolul de față își propune să facă o scurtă trecere în revistă a unor măsuri și soluții privind reducerea sensibilității la umezire a terasamentelor pe drumurile județene. Aceste soluții și măsuri constau în special din șanțuri (rigole de scurgere), drenuri și ziduri de sprijin aferente cu barbacane (acolo unde este cazul), fiind influențate și de tipul de îmbrăcăminte rutieră a drumurilor. Pentru reducerea umidității prin eliminarea apelor de suprafață se folosesc șanțuri de pământ sau rigole de scurgere. Pentru reducerea umidității prin eliminarea apelor freatice se folosesc drenaje (combinate cu ziduri de sprijin acolo unde este cazul). Tematica măsurilor privind reducerea sensibilității la umezire a terasamentelor pe drumurile județene este variată și cu perspective de dezvoltare.

Cuvinte cheie: drumuri, terasamente, apă, șanțuri, drenuri.

1. INTRODUCERE

Soluțiile și măsurile privind reducerea sensibilității la umezire a terasamentelor pe drumurile județene sunt multiple și variate, constând în special din șanțuri (rigole), drenuri și ziduri de sprijin aferente cu barbacane (acolo unde este cazul).

2. METODOLOGIA CERCETĂRII

2.1. Regimul de umiditate al terasamentelor

Într-un profil transversal de drum cu îmbrăcăminte impermeabilă (fig. 1.) deosebim trei zone din punct de vedere al regimului de umiditate [5]:

Zona A: zona cu variații sezoniere maxime ale umidității;

Zona B: zona cu variații sezoniere importante ale umidității;

Zona C: zonă fără variații de sucțiune și umiditate.

Pământul de fundație aferent zonei B înregistrează așa numitul efect de margine, adică zona este considerată activă din punct de vedere al variațiilor sezoniere de umiditate. Mărima efectului de margine depinde de următorii factori:

- tipul pământului din terasament;
- tipul profilului transversal al drumului; de exemplu, în cazul argilelor prăfoase/argilelor, efectul de margine se manifestă pe lățimi de ordinul a 1,0 m, la rambleuri cu înălțimea mai mare de 1,0 m și respectiv, 2,0 - 2,5 m, la profiluri transversale la nivelul terenului (fig. 1.);
- alcătuirea structurii rutiere;
- declivitatea drumului;
- măsurile constructive adoptate pentru reducerea accesului apei în terasament.

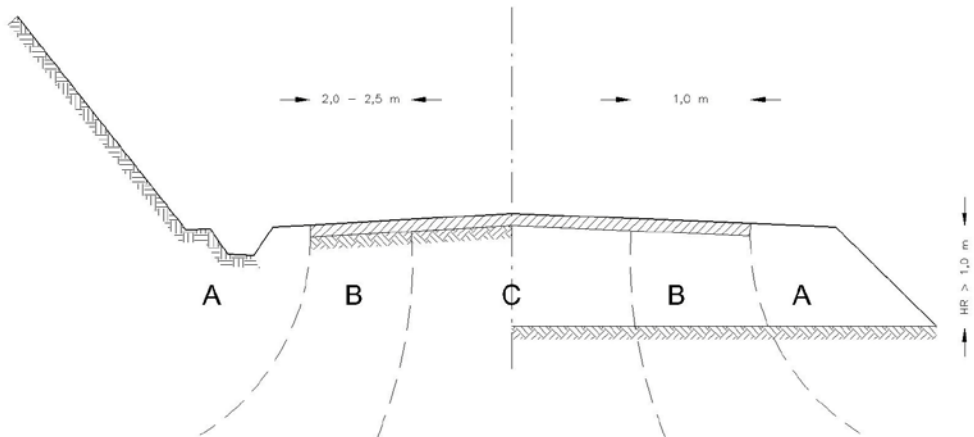


Fig. 1. Zonele regimului de umiditate

Îmbibarea și saturarea cu apă sînt cauzele principale care micșorează rezistența terasamentelor [3].

Umezirea pământurilor se face prin infiltrarea apelor de suprafață și prin ascensiunea capilară a apelor subterane. Apele de infiltrație se acumulează în straturile permeabile și stagnează pe suprafețele impermeabile formând pânze sau orizonturi subterane. Cînd ies la suprafață, acestea formează izvoare sau mlaștini.

Înălțimea de ascensiune capilară depinde de mărimea granulelor și de gradul de compactitate a pământului, variind între 30 și 50 cm pentru pământurile nisipoase și ajungînd pînă la cîțiva metri pentru pământurile prăfoase și argiloase. Ridicarea nivelului apelor subterane are ca urmare și ridicarea nivelului apelor capilare.

În masa de pământ care se găsește deasupra nivelului apelor capilare, se mai găsește apă sub formă gravitațională (liberă), peliculară (legată sau absorbită) și de vapori.

În ciclul anual al variațiilor de umiditate a terasamentelor se pot preciza următoarele perioade (fig. 2.) [4]:

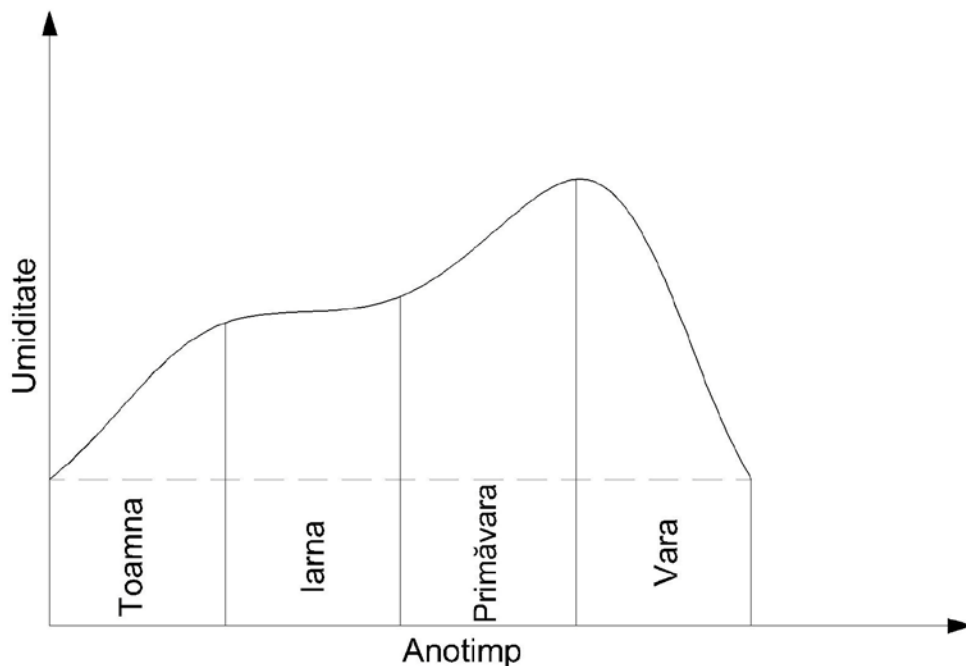


Fig. 2. Perioadele variațiilor de umiditate

- o perioadă de acumulare inițială a umidității în epoca de toamnă, din cauza reducerii evaporării și a intensificării precipitațiilor atmosferice (drumurile cu îmbrăcămînți impermeabile au fundațiile mai puțin expuse acestui fenomen);
- o perioadă de înghețare a pământului și redistribuire a umidității în timpul iernii;
- o perioadă de dezghețare și reumezire a pământului în epoca de primăvară;
- o perioadă de uscare a terasamentelor în timpul verii.

Caracterul variațiilor umidității depinde în primul rînd de condițiile climatice locale.

Modificarea anuală a regimului de umiditate influențează direct rezistența pământului.

2.2. Tipurile de îmbrăcămine rutieră pe drumurile județene

În general, drumurile județene au patru tipuri de straturi de acoperire rutieră: asfalt, beton (lianți hidraulici), piatră (balast) și pământ. Pentru fiecare tip de îmbrăcămine rutieră se impun soluții specifice, dar care pot fi în același timp interconectate [2].

2.3. Reducerea umidității prin eliminarea apelor de suprafață

Pentru reducerea umidității prin eliminarea apelor de suprafață se folosesc șanțuri de pământ sau rigole betonate de scurgere, cu condiția asigurării unei pante transversale spre șanț sau rigolă [6]. Apele de suprafață provenite din precipitațiile atmosferice căzute pe ampriza drumului, precum și cele care se scurg pe terasamente de pe terenul înconjurător, pot eroda terasamentele sau se pot infiltra în corpul drumului, reducându-i astfel capacitatea portantă. Colectarea și evacuarea lor se realizează cu:

- șanțuri sau rigole la marginea platformei (numite și șanțuri sau rigole laterale);
- șanțuri de gardă;
- canale de evacuare;
- cascade și canale de fugă.

2.3.1. Șanțurile (rigolele) la marginea platformei

Se execută în pământ cu secțiune trapezoidală sau triunghiulară, iar în stâncă sau sub formă de rigole, cu secțiune triunghiulară, fiind prevăzute obligatoriu în porțiunile de drum în debleu în punctele de pasaj, în cazul rambleurilor mici, unde lipsa șanțului periclitează inundarea platformei, precum și acolo unde între muchia platformei și piciorul taluzului nu s-a realizat o diferență de nivel suficientă.

Racordarea șanțului lateral cu platforma se face în muchie vie, iar cu terenul natural colțul se rotunjește.

În general panta șanțului sau a rigolei la marginea platformei urmărește declivitatea drumului. Atunci când aceasta depășește anumite limite se impune ca, pentru a preveni eroziunea, șanțurile, respectiv rigolele, să fie protejate prin brăzduire sau pereere (în cazul pantelor de peste 5%). Dacă panta depășește valorile maxime admise pentru șanțuri și rigole protejate prin pereere atunci panta se menține în limite admise și se amenajează din loc în loc puncte concentrate de căderi de nivel (cascade, canale de fugă) pentru amortizarea șocului produs de apa în cădere. Uneori la drumurile forestiere se folosesc amenajări mai simple numite pante consolidate.

Pentru a împiedica înămolirea, panta șanțurilor și a rigolelor nu va fi mai mică decât 0,5% în cazul terenului natural și 0,1% în cazul șanțului pereat. Dacă se

respectă condiția ca panta drumului să nu scadă sub 2%, atunci pericolul înămolirii nu apare.

Apa din șanțurile laterale se evacuează la cel mult fiecare 300 m, în cazul secțiunilor trapezoidale, și la cel mult 150 - 200 m, în cazul secțiunilor triunghiulare; nu se recomandă trecerea apei cu ajutorul șanțurilor laterale din rambleu în debleu. Dacă pe una din părțile terasamentelor nu există depresiuni sau văi, deci condiții favorabile evacuării apei, atunci se dirijează apa în partea cealaltă a terasamentelor prin intermediul unui podeț tubular amplasat transversal și prevăzut cu cameră de cădere în amonte. Pentru asigurarea unui debit optim, secțiunea podețului tubular trebuie să fie mai mare decât secțiunea șanțului pe care îl deservește.

2.3.2. Șanțurile de gardă

Se execută în cazul terenurilor cu panta transversală și servesc pentru interceptarea, colectarea și evacuarea apei de suprafață care se scurge de pe terenul înconjurător spre terasamente și poate provoca degradarea acestora sau supraîncărcarea șanțurilor laterale.

De regulă șanțul de gardă se amplasează la o distanță de cel puțin 5 m față de muchia debleului, pământul rezultat depozitându-se sub forma unui cavalier (cărui i se dă o înclinare de 2% spre șanț), iar în cazul rambleului la o distanță de cel puțin 2 m față de piciorul taluzului pământul rezultat nivelându-se sub forma unei banchete (cu înclinare 2% spre șanț).

Apele colectate de șanțurile de gardă nu se conduc spre șanțurile laterale ci se evacuează separat.

2.3.3. Canale de evacuare

Servesc în general pentru:

- preluarea apei din șanțurile colectoare și evacuarea ei de la terasamente în lateral, spre depresiuni sau poduri și podețe;
- devierea unor cursuri de apă pentru a evita execuția unor poduri, dacă acest lucru conduce la economii;
- evacuarea apei din depresiunile pe care le traversează traseul și unde apa ar putea stagna, provocând umezirea terasamentelor.

Traseul canalelor de evacuare se execută, pe cât posibil, în linie dreaptă. Eventualele curbe trebuie să aibă o rază de cel puțin 10 – 12 m. Lungimea acestor canale se recomandă să nu depășească 500 m. Acolo unde pantele sunt prea mari se pot executa cascade sau canale de fugă.

2.3.4. Cascade și canale de fugă

Dacă pe sectoarele pe care urmează să se execute șanțuri sau canale de evacuare, rezultă pante foarte mari, pentru care nu se pot prevedea consolidări obișnuite, se amenajează tronsoane cu pante admisibile (de lungimi limitate), iar căderile de nivel se concentrează în unul sau mai multe secțiuni ale șanțului. În aceste secțiuni se prevăd cascade sau canale de fugă (la care apa este în contact permanent cu fundul canalului).

2.4. Reducerea umidității prin eliminarea apelor freatice

Pentru reducerea umidității prin eliminarea apelor freatice se folosesc drenuri (combinat cu ziduri de sprijin acolo unde cazul). Apele freatice afectează terasamentele drumurilor și pot produce alunecări de teren în zona acestora (în special în zonele deluroase). Caracteristicile drumurilor în aceste zone sunt adaptate terenului, acesta fiind realizat de obicei în profil transversal mixt: într-o parte debleu, iar în cealaltă parte rambler, panta terenului natural fiind variabilă.

Cauze principale ale alunecărilor de teren pot fi [1]:

- morfologia, respectiv microrelieful zonei, atunci când arată că aceasta este potențial activă din punct de vedere al fenomenelor de instabilitate în general și al alunecării de teren, în particular;
- natura argilos-prăfoasă și prăfos-argiloasă a formațiunii acoperitoare din zonă facilitează declanșarea și dezvoltarea unor fenomene de instabilitate a terenului;
- cantitatea mare de apă aferentă zonei, provenită direct din precipitații și din izvoarele existente, care se încorporează în masa pământurilor argilos-prăfoase și prăfos-argiloase, reduce substanțial valorile parametrilor rezistenței la forfecare a acestora, înrăutățind condițiile de stabilitate;
- având în vedere că aspectele menționate la punctele anterioare sunt caracteristice majorității zonelor cu alunecări de teren, se apreciază că declanșarea și dezvoltarea, în timp, a alunecărilor în zona drumurilor are drept cauză principală acțiunea defavorabilă a apei, manifestată asupra pământurilor de natura argiloasă și prăfoasă prezente în litologia terenului.

2.4.1. Soluții de consolidare

Prin soluțiile de consolidare adoptate se urmărește eliminarea sau diminuarea efectului principalelor cauze ale fenomenelor de instabilitate produse, vizând asigurarea stabilității atât a corpului drumului cât și a terenului natural de suport al acestuia.

Tipurile generale de lucrări prevăzute pentru soluțiile de consolidare sunt următoarele:

- realizarea unor drenuri orizontale, amplasate în zona unde alunecarea a afectat corpul drumului, ale căror direcții sunt aproximativ perpendiculare pe axa drumului, și care sunt prevăzute cu câte un cămin de vizitare și terminate cu ranforți cap de dren, cu rol de elemente de sprijin (sau terminate în ziduri de sprijin, acolo unde situația terenului o impune) [7];
- realizarea de șanțuri amenajate, care să preia și să conducă înspre aval apa evacuată de drenuri;
- îmbunătățirea geometriei traseului în sectorul alunecării, prin mărirea razei curbei existente (acolo unde este cazul), obținându-se o deplasare a drumului spre partea opusă alunecării;
- realizarea, pe sectorul de drum reproiectat, a impermeabilizării părții carosabile, prin execuția unei îmbrăcămînți rutiere adecvate.

3. REZULTATE CANTITATIVE, CALITATIVE ȘI INTERPRETĂRI

3.1. Dimensionarea elementelor de construcții pentru eliminarea apelor de suprafață (șanțurilor)

În principal, calculele de dimensionare a șanțurilor urmăresc [8]:

- să asigure scurgerea debitului teoretic cu ajutorul unor șanțuri de dimensiuni minime;
- viteza de curgere a apei din șanț să fie mai mică decât viteza la care începe erodarea pământului respectiv, în caz contrar fiind necesară consolidarea șanțului;
- viteza de curgere să fie mai mare decât viteza minimă la care încep să se depună particulele de pământ aflate în apă în stare de suspensie, pentru a nu se produce înămolirea șanțului.

De asemenea, dimensiunile șanțurilor vor fi în așa fel stabilite încât de la nivelul apei până la muchia șanțului să rămână circa 0,15 m, iar fundul șanțului să se afle cu circa 0,10 - 0,20 m sub nivelul capului drenului de acostament.

3.2. Dimensionarea elementelor de construcții pentru eliminarea apelor freatice

Dimensionarea elementelor de construcții pentru eliminarea apelor freatice presupune calcule tehnice complexe care nu pot fi generalizate și care trebuie adaptate soluției tehnice constructive necesare în teren.

4. CONCLUZII ȘI DEZVOLTĂRI ULTERIOARE

Tematica măsurilor privind reducerea sensibilității la umezire a terasamentelor pe drumurile județene este variată și are perspective de dezvoltare în viitor, odată cu apariția a noi tehnici, utilaje și materiale de construcții.

Bibliografie

1. A. Buzuriu – SC TRISKELE SRL Timișoara, C. Costescu – Universitatea „Politehnica“ din Timișoara: Soluții tehnice de refacere și consolidare a unei alunecări de teren pe un drum județean (Revista Construcțiilor nr. 108 – octombrie 2014, pag. 62).
2. S. Dorobanțu, S. Jercan, C. Păucă, C. Romanescu, I. Răcănel, E. Șovărel: Drumuri. Calcul și proiectare, Editura Tehnică, București, 1980
3. T. Mătășaru, I. Craus, S. Dorobanțu: Drumuri, Editura Tehnică, București, 1966.
4. T. Mătășaru, ș.a.: Drumuri, Editura Tehnică, București, 1963.
5. V. Boboc, H. Zarojanu: Terasamente rutiere, Editura Societății Academice Matei Teiu Botez, Iași, 2005.
6. STAS 10796-2-79: Construcții anexe pentru colectarea și evacuarea apelor – rigole, șanțuri și casiuri (Prescripții de proiectare și execuție).
7. STAS 10796/3-88: Lucrări de drumuri. Drenuri de asanare.
8. STAS 2916-87: Lucrări de drumuri și căi ferate. Protejarea taluzurilor și a șanțurilor. Pante maxime admise pentru șanțuri și rigole.

Elemente compozite din lemn și beton

Cutia Evgheni,

doctorand, Facultatea de Construcții și Instalații Iași, evgheni.cutia@tuiasi.ro

Rezumat:

În industria contemporană, apare tot mai des necesitatea folosirii materialelor moderne care posedă proprietăți fizice și economice superioare celor utilizate în prezent, mai ales în sectorul construcțiilor. Soluția acestei probleme este simplă: utilizarea materialelor noi, compozite pe bază de carbon și kevlar, nanomateriale, materiale cu memoria formei ș.a. În lucrarea de față se analizează posibilitatea folosirii betonului și lemnului ca un material compozit în domeniul construcțiilor civile.

Cuvinte cheie: material compozit, lemn-beton, conectori, sistemul HBV, SEPA.

1. INTRODUCERE

Betonul este una din cele mai mari invenții în ingineria civilă care aduce noi posibilități pentru a edifica structuri de diferite înălțimi și forme. Însă luând în considerație faptul că rezistența betonului la întindere este mică față de rezistența la comprimare, acesta mereu va forma niște obstacole. În prezent, soluția principală pentru a evita acest obstacol este combinarea amestecului de beton cu oțelul care sporește proprietățile lui. Cu toate acestea, pentru ca un planșeu să preia o anumită încărcare, rezultantele forțelor de compresiune și întindere trebuie să fie păstrate la o anumită distanță una față de alta. Aceasta înseamnă că aproximativ jumătate din cantitatea de beton din planșeele tradiționale are doar funcția de a menține armătura de oțel la o distanță echilibrată de la zona de compresiune în partea superioară a plăcii. Dat fiind faptul că cererea de pe piață dictează majorarea înălțimii clădirilor drept rezultat are loc sporirea cantității betonului și greutatea clădirii.

Luând în considerație faptul că planșeele constituie cea mai mare parte din greutatea totală a unei clădiri, reducerea greutății acestora este un pas important în reducerea greutății clădirii în ansamblu. În prezent acest lucru a fost realizat prin folosirea plăcilor prefabricate cu goluri sau a altor tipuri de soluții pentru elemente din beton armat. O abordare alternativă, care a ocupat tot mai multă atenție în

prezent este utilizarea lemnului ca o parte a structurii. Grinzile din lemn au o capacitate mare la întindere de-a lungul fibrelor și astfel se obține un nou material compozit constituit dintr-o placă subțire la partea superioară și grinzi din lemn la partea inferioară. Într-o astfel de structură, placa de beton va fi solicitată de către forțe de compresiune, în timp ce forțele de întindere se concentrează în grinzile din lemn.

2. CONLUCRAREA ELEMENTELOR COMPOZITE LEMN - BETON

În cazul în care o placă de beton este turnată pe partea grinzii din lemn, presupunând că putem neglija forțele de frecare, placa și grinda vor acționa separat pentru a rezista unei forțe. Acțiunea lor separată va da naștere la alunecarea dintre placă și elementul din lemn (Figura 1,c). Prin interconectarea dintre beton și lemn, alunecarea poate fi redusă, automat micșorându-se săgeata. Astfel, prin interconectarea a două elemente, rigiditatea lor combinată poate să crească. Acest fenomen, când două elemente lucrează împreună, preluând un efort comun se numește ”acțiune compozită”.

Desigur, cu mărirea rigidității la conexiunii dintre elemente sporește și gradul de acțiune compozită a structurii examinate. Gradul de acțiune compozită poate varia de la ”fără acțiune compozită” pînă la ”acțiune compozită totală”, o conexiune infinit rigidă.

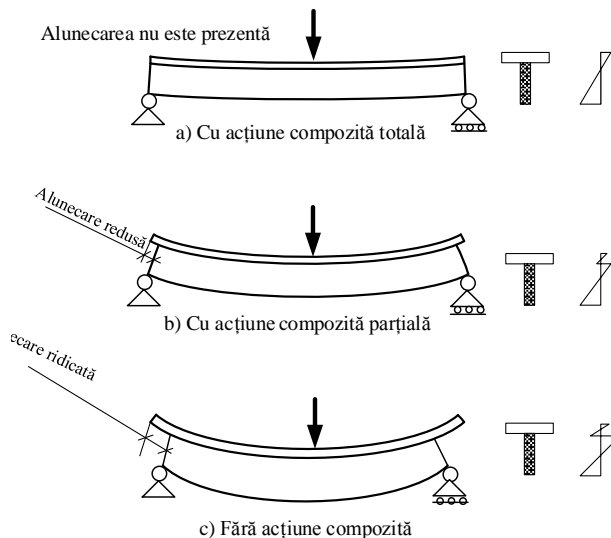


Figura 1 Tipuri de acțiuni în elemente lemn-beton

Trebuie de subliniat faptul că rigiditatea la încovoiere a unei structuri compozite – adesea menționată ca rigiditatea efectivă la încovoiere – și rigiditatea conexiunii nu sunt liniare. Autorul (Dias, 2005) prezintă un grafic care ilustrează corelația dintre rigiditatea conexiunii și rigiditate efectivă la încovoiere a unei grinzi compuse.

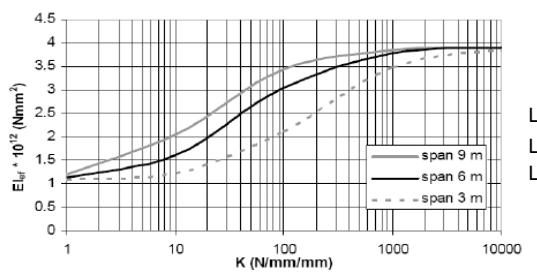


Figura 2 Dependența dintre rigiditatea conexiunii și rigiditatea efectivă la încovoiere (Dias, 2005)

3. CONECTORII PENTRU STRUCTURI LEMN – BETON

Partea critică a oricărei structuri compozite este conexiunea dintre elemente. Această componentă este denumită, în mod uzual, conectorul de forfecare datorită forțelor de forfecare care trebuie să le absoarbă. În afară de a fi rigid, conectorul de forfecare trebuie să posede o anumită capacitate de forfecare pentru a nu se deforma. Astfel, rigiditatea și rezistența unei grinzi compozite din beton-lemn este dependentă atât de rigiditatea cât și rezistența conectoriilor săi. O lipsă de rigiditate și rezistență a conectorilor de forfecare poate fi compensată prin creșterea numărului total de conectori de-a lungul unui fascicul, însă o distanță micșorată între conectori, de obicei, înseamnă cât mai mult lucru și costuri de construcție mai ridicate. Procedeele de calcul utilizate în mod curent pentru planșeele compuse lemn-beton se bazează pe teoria conlucrării elastice. În calculele se ia în considerare atât deformabilitatea legăturii dintre lemn și beton, cât și deformabilitatea elementului compus în ansamblu. Elementele de conlucrare utilizate la realizarea planșeelor compozite din lemn-beton pot fi clasificate în funcție de tipul conlucrării :

- Rigidă (prin încheiere)
- Elastică, care se clasifică în :
 - Legătură mecanică cu conectori de tije, cuie, șuruburi

- Legătură mecanică cu forme speciale constând în piese metalice în formă de papuc fixate pe grinda de lemn cu șuruburi.

3.1. Tipuri de conectori

3.1.1. Conector tip cuie

Cuiele reprezintă cel mai simplu tip de conector. Ele sunt bătute până la jumătate în lemn, partea superioară a lor permițând să se încastreze în planșeul monolit. Mai multe tipuri de încercări pentru a determina modurile de alunecare a conectorilor de acest fel au fost efectuate. Încercările la forfecare au arătat că încastrarea unui cui în lemn ar trebui să fie de aproximativ unsprezece diametre pentru a se ajunge la maximum eficiență. Mai mult, încercările au arătat că toate cuiele încastrate la această adâncime pot prelua o acțiune de două ori mai mare decât cea teoretică, în același timp scăzând alunecarea când cuile sunt folosite ca conectoare. Branco, Cruz și Piazza (2009) au efectuat teste de forfecare pe perechi de cui rotunde netede, folosind beton ușor și un strat intermediar de placaj 2 mm. Cuiele au fost de 70 mm lungime, cu un diametru de 3,4 mm. Capacitatea medie de forfecare era de 8,06 kN pe două cuie cu o alunecare, care a fost determinată experimental, de 9,85 mm. Modulul de alunecare $k_{0,4}$ pentru două cuie a fost determinat în valoare de 14,65 kN / mm (Branco, Cruz & Piazza, 2009).

În 1998, cuie cu dimensiuni similare ca acelea testate de Branco, Cruz și Piazza au fost aprobate de către Institutul German, ca conectori în planșee standart efectuate din elemente compozite lemn-beton. Cuiele au o lungime de 60 mm și un diametru de 3,4 mm și sunt încastrate în lemn până la o adâncime de aproximativ 11d, forțele de forfecare în raport cu modulul de elasticitate și diametrul cuielor trebuie să fie stabilite de $F_{\max,k} = 1,2$ kN și respectiv $F_{\max,d} = 1,2$ kN.

3.1.1. Conector tip șurub

Șuruburile produse de Intec SFS, în mod obișnuit cunoscut sub numele de SFS-șurub, este un conector specific dezvoltat pentru structuri compozite din lemn-beton. Partea inferioară a șurubului permite fixarea lui în elementul din lemn, în timp ce partea superioară este încastrată în beton.

Cea mai bună performanță este atinsă atunci când șuruburile sunt amplasate în perechi, înclinând șuruburile la 45° și respectiv 135°. Acest lucru permite ca șurubul înclinat în direcția forței de forfecare să preia forțele de întindere, în timp ce șurubul înclinat în direcția opusă acționează ca un element de rigidizare. Șurubul este instalat rapid folosind un aparat specific. Mai multe tipuri de teste au fost efectuate pe SFS- șuruburi de diverși cercetători. Toate testele care s-au efectuat cu

betonul standard, de clasa C25 au dat ca rezultat ori smulgerea șurubului din lemn, ori forfecarea șurubului. Folosind betoanele ușoare pierderea capacității portante a elementului era cauzată prin fisurarea betonului. (Faust & Selle, 1999). Deam, Fragiacomio & Buchanan au realizat încercări pe o mare varietate de conectori, inclusiv șuruburi SFS, folosind epruvetele de testare care erau alcătuite din panouri laminate foi de placaj și beton standard. Testele au fost efectuate cu și fără strat intermediar. În urma încercărilor s-a ajuns la concluzia că șurubul nu a fost afectat în mod semnificativ de stratul intermediar (Deam, Fragiacomio & Buchanan, 2008).

3.1.1. Dop

Un tip foarte simplu de conector poate fi creat prin găurire în grinda din lemn. La turnarea betonului, se formează un dop din beton, care are capacitatea de a transfera forțele de forfecare între beton și lemn. O serie de teste au fost efectuate pe acest simplu de tip conector. Autorii (Deam, Fragiacomio, & Buchanan, 2008) au testat o conexiune de 20 mm adâncime și cu un diametru de 48,5 mm. Așa cum s-ar fi așteptat având în vedere natura betonului, a fost observată insuficiența acestui material de a prelua eforturi de întindere.

4. ELEMENTE COMPOZITE LEMN – BETON FOLOSITE ÎN PREZENT

4.1. Sistemul HBV

Sistemul HBV este rezultatul testelor efectuate de (Clouston, Bathon, & Schreyer, 2005). Acesta include elemente de perete, podea și acoperiș. Ca conector este folosită plasa de oțel continuă, care pe jumătate este încorporată în grinda de lemn și altă jumătate în placa de beton. Plasa, de asemenea, servește ca suport pentru armătură. (Clouston, Bathon, & Schreyer, 2005)



Figura 3 Sistemul HBV pentru planșeele compozite lemn-beton

Sistemul include diferite variante ale structurii de rezistență, care se potrivesc atât pentru clădiri rezidențiale, cât și pentru cele comerciale. (Bathon, 2007)

4.2. Cadre cu secțiune M

Acest sistem utilizează o adâncitură consolidată cu șurub. Fiecare element semi-prefabricat are o lățime de 2400 mm și constă dintr-un placaj și grinzi de lemn cu secțiuni transversale de 400x63 mm. Grinzile sunt amplasate la o distanță de 1200 mm. (Deam, Yeoh, Fragiaco, Buchanan & Haskell, 2008). Grinda centrală este realizată dintr-o grindă dublă. Când elementele sunt puse în poziția de proiect, unul lângă altul, grinzile marginale se conectează formând la fel grinzi duble și se unesc între ele cu ajutorul șuruburilor, creând astfel o platformă uniformă pentru turnarea plăcii de beton. Părțile laterale ale conectorului sunt prevăzute cu o placă cu dimensiunile 20x50x250 mm, pentru a împiedica scurgerea amestecului de beton la turnare. Soluția permite deschideri de până la 10 metri fiind nevoie doar de 6-8 conectori de-a lungul fiecărei grinzi. (Deam, Yeoh, Fragiaco, Buchanan, Crews, & Haskell, 2008)

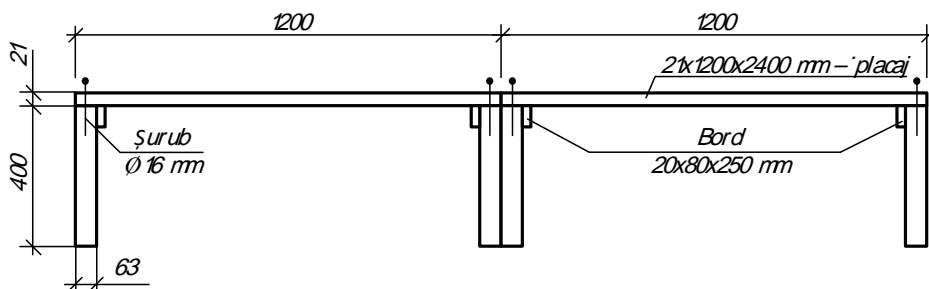


Figura 4 Cadru cu secțiune M (Deam și alții, 2008)

3.3. SEPA

SEPA-2000 este rezultatul obținut din experimente efectuate la "VTT Building Tehnology" în Finlanda. Sistemul, aprobat de Ministerul Finlandez al Mediului, include două soluții.

Prima soluție permite turnarea betonului la fața locului, iar cealaltă este o soluție din prefabricate, cu betonul turnat eliminând necesitatea de cofrare. În loc de grinzi de lemn dreptunghiulare, sunt utilizate grinzi cu zăbrele, care permit amplasarea comunicațiilor pentru utilități.

Betonul este conectat de lemn prin intermediul plăcilor multicui. Deschiderile cu acest tip de sistem sunt de până la 8 m. Cu lungimi de deschidere reduse, SEPA-2000 funcționează în mod satisfăcător. (Lukaszewska, 2009)



Figura 5 Sistemul SEPA-2000 (PUUINFO)

4. CONCLUZII

În acest articol am prezentat aspecte legate de conexiunile optime dintre lemn și beton în cazul unor planșee compozite. În ultimul timp se poate observa că acest tip de planșee capătă o răspândire mai largă în domeniul construcțiilor datorită unor avantaje cum sunt costul și manopera redusă clădirii per ansamblu.

Printre alte beneficii care se pot enumera sunt și utilizarea spațiului dintre grinzi pentru montarea instalațiilor necesare, lemnul este folosit ca și cofrajul pierdut și aspectul estetic este plăcut.

Bibliografie

1. Branco, J. M., Cruz, P. J. S. and Piazza, M. (2009). Experimental analysis of laterally loaded nailed timber-to-concrete connections. *Construction and Building Materials*, 23(1), pp. 400-410.
2. Chassagne P, Bou Saïd E, Jullien FJ, Galimard P (2005) Three dimensional creep model for wood under variable humidity - Numerical analyses at different material scales. *Mechanics of Time-Dependent Materials*, 9(4), pp. 1-24..
3. Clouston P, Bathon LA, Shreyer A (2005) Shear and bending performance of a novel wood concrete composite system. *J Struct Eng*, 131(99), pp. 1404-1412.
4. Dias AMPG, Lopes SMR, Van de Kuilen JWG, Cruz HMP (2007) Load-carrying capacity of timber-concrete joints with dowel-type fasteners. *J Struct Eng*, 133(5), pp. 720-7273. Bati, A.

5. Lukaszewska E, Johnsson H, Fragiacomio M. (2008) Performance of connections for prefabricated timber-concrete composite floors. *Mater Struct*, 41(9), pp. 1533-1550.
 6. Steinberg, E., Selle, R. and Faust, T. (2003). Connectors for timber-lightweight concrete composite structures. *Journal of Structural Engineering*, 129(11), pp. 1538-1545.
 7. Yeoh, D., Fragiacomio, M., Buchanan, A., Crews, K., Haskell, J. and Deam, B. L. (2008). Development of semi-prefabricated timber-concrete composite floors in Australasia. 10th World Conference on Timber Engineering WCTE 2008, Miyazaki, Japan, CD.
- * * SEPA GROUP http://www.sepa.fi/uploads/pdf/sepa2000_eng_net.pdf
- * * PUUINFO <https://www.puuinfo.fi/tuote/sepa-2000-puubetoniliittolaatta>

Structura patrimoniului național construit și necesitatea reabilitării acestuia

Ghiga Dan Alexandru,

doctorand, Facultatea de Construcții și Instalații Iași, danghiga@hotmail.com

Rezumat

Construcția este una din nevoile de bază ale populației, iar accesul la aceasta reprezintă un factor important de menținere și îmbunătățire a calității vieții, precum și o componentă esențială a societății.

Orice construcție are o perioadă de viață bine definită de reglementările tehnice în vigoare care, prin noile tehnologii și cunoștințe, trebuie extinsă.

Același principiu este aplicabil și pentru construcțiile noi, în vederea obținerii unei durabilități prelungite cu un consum sustenabil de resurse.

Cuvinte cheie: patrimoniu, perioadă de viață, durabilitate, tehnologii moderne, consum sustenabil

1. STATISTICA CONSTRUCȚIILOR

În vederea utilizării soluțiilor de consolidare a structurilor din zidărie cu sisteme de materiale compozite, trebuie cunoscut numărul obiectivelor unde se pot regăsi structuri din zidărie.

Această statistică are ca obiectiv și aprecierea situației condițiilor de utilizare a construcțiilor și a evoluției acesteia, atât din punctul de vedere al construcțiilor noi, cât și al fondului construit existent.

Pentru o apreciere cât mai exactă se iau în considerare locuințele, monumentele istorice, construcțiile pentru învățământ, cultură, sănătate, comerț, turism, sport, poștă, bănci, servicii, administrație publică, industrie și logistică, precum și poduri, podețe și tuneluri din categoria căilor de comunicație.

2. METODOLOGIA CERCETĂRII

2.1. Fondul de locuințe – domeniul rezidențial

Fondul de locuințe și-a păstrat trendul ascendent din ultimii ani, înregistrând 8976,8 mii locuințe, la sfârșitul anului 2017, în creștere cu 47,6 mii locuințe (+0,5%), față de sfârșitul anului 2016. Creșterea “intrărilor” în fondul de locuințe existent s-a datorat atât a construcțiilor noi (53,3 mii locuințe), cât și prin transformarea unor spații cu altă destinație, în locuințe (1,4 mii locuințe). Totodată, s-au înregistrat “ieșiri” din cadrul fondului de locuințe de 7,1 mii locuințe, ca urmare atât a demolărilor (5,5 mii locuințe), cât și prin schimbarea unor locuințe în spații cu altă destinație (1,6 mii locuințe).

Tabel 1. Structura locuințelor în funcție de materialele utilizate, în anul 2017

	Cărămidă, piatră-zidărie, planșee de beton armat sau lemn(%)	Beton armat sau prefabricate(%)	Lemn și alte materiale(%)
Rural	72,50	25,80	1,70
Urban	80,50	18,90	0,60

În profil regional, fondul locativ existent la sfârșitul anului 2017, relevă îmbunătățirea condițiilor de locuit ale populației, în toate regiunile de dezvoltare, diferențiat ca intensitate, de la o regiune la alta. Astfel, la sfârșitul anului 2017, pe o locuință din fondul locativ existent se înregistrau în medie, 2,7 camere/locuință, peste această medie situându-se următoarele regiuni de dezvoltare: Sud - Est, Sud - Muntenia și Sud - Vest Oltenia (2,9 camere/locuință fiecare) și la egalitate cu media, Nord – Est și Vest (2,7 camere/locuință fiecare), restul regiunilor de dezvoltare situându-se sub această medie (I.N.S., 2018).

După materialul de construcție utilizat, cea mai mare parte a locuințelor noi (76,9% în total) au fost construite din cărămidă, piatră sau înlocuitori cu planșee din beton armat și lemn. Aceste materiale dețin ponderea cea mai mare atât în mediul urban (80,5%), cât și în mediul rural (72,5%).

O pondere semnificativă a obiectivelor rezidențiale din România care se încadrează în categoriile de blocuri, locuințe colective sau individuale, au fost realizate după proiecte tip. Aceste tipuri de proiect au fost utilizate la scară națională atât în mediul urban cât și rural și sunt enumerate mai jos:

- Bloc cu structură din beton armat și pereți tip diafragmă (perioada de construire 1965-1989);
- Locuință unifamilială parter și pod (perioada de construire până în 1947);

- Blocuri din cadre de beton, parter cu utilitate non-comercială (perioada de construire 1930-1940, mișcarea modernistă);
- Blocuri din cadre de beton și închideri din zidărie (perioada de construire până în 1990);
- Blocuri din panouri mari - elemente prefabricate (perioada de construire 1960-1990);
- Locuință unifamilială parter, etaj și pod cu pereți din zidărie portantă și planșee din lemn (perioada de construire 1930 - prezent) (World Housing Encyclopedia, Reports).

2.2. Monumente istorice

Lista Monumentelor Istorice (LMI) a fost realizată în 2010, după care a fost actualizată în anul 2015. Monumentele istorice sunt clasate sau declassate la solicitarea proprietarilor, a instituțiilor și a organizațiilor cu activitate în domeniul patrimoniului prin ordin de ministru, publicat în Monitorul Oficial.

Actuala listă este anexă la Ordinul ministrului culturii nr. 2.828/2015, pentru modificarea anexei nr. 1 la Ordinul ministrului culturii și cultelor nr. 2.314/2004 privind aprobarea Listei monumentelor istorice, actualizată și a Listei Monumentelor Istorice dispărute, cu modificările ulterioare din 24.12.2015. Ordinul a fost publicat în Monitorul Oficial al României, Partea I, Nr. 113 bis, 15.02.2016, având un caracter oficial și legal (Institutul Național al Patrimoniului, 2015).

Din punct de vedere structural, monumentele sunt grupate în patru categorii, în funcție de natura lor:

- monumente de arheologie;
- monumente de arhitectură;
- monumente de for public;
- monumente memoriale și funerare.

Din punct de vedere valoric, Lista Monumentelor Istorice cuprinde următoarele categorii:

- grupa A - monumente istorice de valoare națională sau universală;
- grupa B - monumente istorice reprezentative pentru patrimoniul cultural local.

O distribuție pe județe a monumentelor istorice din România poate fi regăsită în figura 1.

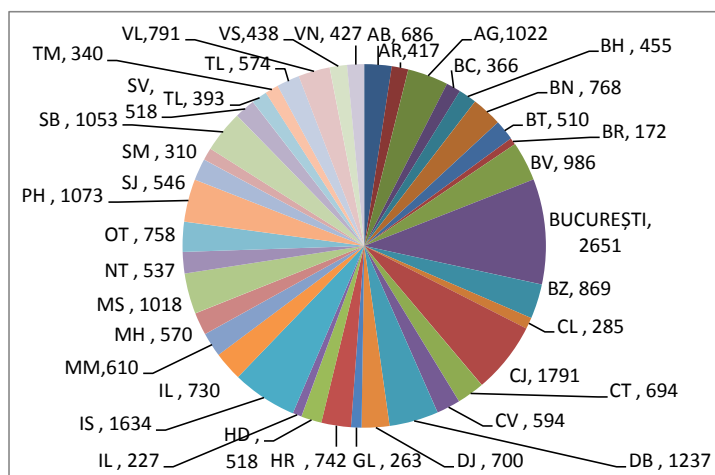


Fig.1. Distribuția monumentelor istorice din România pe județe

2.3. Construcții nerezidențiale

În funcție de destinația lor, din categoria construcțiilor civile, industriale și agricole se mai regăsesc următoarele obiective construite (Interbiz, 2010):

Tabel.2. Numărul construcțiilor civile nerezidențiale construite în funcție de destinație

Domeniu	Număr unități
Comerț	132856
Turism	4998
Clădiri pentru sport	4650
Poștă, bănci, servicii	14334
Administrație publică	3305

În afara construcțiilor rezidențiale, a monumentelor, precum și a clădirilor civile, industriale și agricole, patrimoniul național mai este alcătuit din:

- construcții miniere;
- construcții rutiere și drumuri;
- construcții căi ferate și transport urban pe șină;
- construcții de porturi și platforme maritime;

- construcții și amenajări hidrotehnice;
- lucrări speciale de fundații.

Dintre acestea, la poduri și tuneluri zidăria este sistemul utilizat cu preponderență. Importanța acestor obiective este reprezentată de scopul pe care îl îndeplinesc, respectiv asigurarea continuității căilor de comunicații peste și prin obstacole naturale sau artificiale.

Rețeaua rutieră la nivel național, parcurge o etapă de dezvoltare și modernizare, prin construirea de obiective noi, dar și de reabilitare a obiectivelor existente a căror perioadă de viață este în cele mai multe cazuri depășită. Din datele furnizate de către Direcțiile Regionale de Drumuri și Poduri, în administrarea Companiei Naționale de Autostrăzi și Drumuri Naționale din România se regăsesc un total de 3374 poduri.

Pe rețeaua feroviară există un număr de 17.694 poduri și podețe (din care 4.216 poduri) cu o lungime totală de 143,65 km. Infrastructura feroviară din România are un număr de 171 tuneluri în lungime totală de 62 km. (C.F.R. S.A.).

3. REZULTATE CANTITATIVE, CALITATIVE ȘI INTERPRETĂRI

Atât la nivel mondial cât și național s-a demonstrat că aproximativ 70% din patrimoniul construit este alcătuit din construcții din zidărie. Aplicabilitatea de tehnologii moderne de consolidare care utilizează produse din polimer armat cu fibre (FRP) prezintă avantaje precum: proprietăți fizice și mecanice superioare, sustenabilitatea soluțiilor aplicate, consum redus de resurse. Din acest motiv, necesitatea imediată a efectuării lucrărilor de consolidare la o parte din construcțiile menționate, impune introducerea în etapele de realizare a acestor obiective, respectiv proiectare și execuție și a acestor tehnologii moderne.

4. CONCLUZII ȘI DEZVOLTĂRI ULTERIOARE

Pentru îndeplinirea cerinței esențiale rezistență și stabilitate prevăzută în Legea 10 din 1995 privind calitatea în construcții, cu modificările și completările ulterioare, (la articolul 5, litera a), sunt necesare lucrări de consolidare pentru un număr mare de obiective construite atât civile rezidențiale și nerezidențiale, monumente, cât și poduri și tunele din categoria căilor de comunicații a căror perioadă de viață este depășită. Majoritatea tehnicilor de consolidare care se aplică lucrărilor de zidărie se bazează pe FRP, deoarece, datorită proprietăților lor avantajoase (rezistență la

coroziune, densitate scăzută, greutate redusă), aceste materiale depășesc dezavantajele materialelor tradiționale (oțel, mortar).

Bibliografie

1. Documentul de Referință al Rețelei CFR Versiunea 8.0 Compania Națională de Căi Ferate “CFR” S.A.
2. Fondul de locuințe 2017, Institutul Național de statistic, 2018;
3. Institutul Național al Patrimoniului 2015;
4. (World Housing Encyclopedia, Reports);
5. Interbiz-2010, Conf.univ.dr.ing. Cătălin Lungu, Conferința Internațională despre Construcții Sustenabile și Eficiență Energetică, 2012

Utilizarea sticlei reciclate în compoziția betonului ca agregat

Guțu Elena Alina,

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

Rezumat

Deșeurile de la groapa de gunoi au devenit o problemă, dar totodată sunt și o pierdere în sine. O mare parte a materialelor devenite deșeuri pot fi folosite aplicându-se un proces minim de prelucrare. Betonul este un material ideal pentru valorificarea sticlei reciclate și a altor materii.

În ultimii 30 de ani s-a studiat utilizarea sticlei reciclate sub diferite forme, ca agregat sau ca pulbere, în compoziția matricei. Un beton cu agregate din sticlă are o rezistență mai mare la uzură, nu prezintă carbonatare și are rezistența la soluțiile acide îmbunătățită semnificativ.

Cuvinte cheie: sticlă reciclată, beton, agregate

1. INTRODUCERE

Producerea și utilizarea materialelor de construcție sunt activități asociate, în mod inevitabil, cu efecte asupra mediului înconjurător. Sustenabilitatea în construcții și în materialele de construcții este realizată de minimalizarea deșeurilor prin reciclare, reutilizare, recuperare, prin economia de resurse primare, dar nu în ultimul rând prin construirea controlată și nu haotică. [3]

Pentru realizarea elementelor de rezistență ale unei structuri se pot folosi betoane cu agregate minerale naturale grele, obținute din roci naturale în mod direct sau prin operațiuni de sortare-concasare (balast, nisip, pietriș, provenite din albiile râurilor și lacurilor sau piatră spartă prin concasare) sau beton cu agregate minerale artificiale, obținute prin procedee industriale (agregate de concasaj). Proprietățile unui agregat depind în totalitate de proprietățile rocii originale: caracterele petrografice, compoziție chimică și mineralogică, greutatea specifică, rezistență, durabilitate, stabilitate fizică și chimică. Forma și dimensiunea particulelor, textura, absorbția, îi dau agregatului proprietăți diferite de roca din care a derivat. Aceste proprietăți pot influența calitatea betonului fie în stare proaspătă, fie în stare întărită. [4]

2. METODOLOGIA CERCETĂRII

2.1. Principii de alcătuire și utilizare practică a betonului cu agregate din sticlă

Betoanele uzuale sunt cele cu agregate minerale grele, având mici impurități, fiind ușor atacate de agenții corozivi (la coroziune sulfatică sunt atacate chiar armăturile) și se pot deteriora la acțiunea apelor naturale agresive. Pentru rezolvarea acestor probleme, inginerul chimist Gheorghe Petcu a cercetat și realizat un beton cu rezistența sporită la agenți chimici, apele naturale agresive, la intemperii, dar și cu caracteristici fizico-chimice adecvate creșterii capacității de izolare a elementelor de construcții.

În Brevetul de invenție [9] acesta precizează că la realizarea betonului s-a folosit ciment, deșeuri de sticlă silico-calco-sodică degresată, sorturi de până la 3 mm, 3...7 mm și 7...16 mm, apă, în raport de 1,88: 7,63: 1,00. Raportul în greutate dintre sorturile de deșeuri de sticlă, respectiv, până la 3 mm, 3...7 mm și 7...16 mm este de 1,00: 1,60: 2,74. Ordinea de introducere a materialelor în malaxor este: deșeuri de sticlă sort 7...16 mm, deșeuri de sticlă 3...7 mm, deșeuri de sticlă până la 3 mm, ciment și apă, acestea fiind malaxate 2 minute după adăugarea apei.

Betonul rezultat se toarnă în trei tipare metalice în formă de cub cu dimensiunile de 14x14x14cm. După 20 de ore acestea se decofrează și se pun într-un bazin cu apă. După 6 zile, probele se scot din apă și se lasă la temperatura de 20°C pentru 21 de zile. După 28 de zile, în laborator se determină rezistența la compresiune egală cu 16N/mm².

Utilizarea deșeurilor de sticlă silico-calco-sodică reprezintă un avantaj pentru îmbunătățirea rezistenței betonului la soluții acide, apă de mare, fiind folosit ca un material anticorosiv. Totodată, se reduce cantitatea de sticlă din gropile de gunoi, acesta fiind un material inert, indestructibil pe cale naturală.

În literatura de specialitate prof. dr. ing. Măgureanu Cornelia și dr. ing. Corbu Ofelia-Cornelia prezintă rețeta betonului cu agregate din deșeuri de sticlă [10] după cum urmează:

- 15,91% ciment Portland de calitate superioară;
- 1,99% silice ultrafină (SUF);
- 3,97% praf de sticlă (PFS);
- 32,55%...36% agregat de râu, cu dimensiunea de 0...4 mm;
- 37...39,79% agregat de sticlă concasat și sortat, cu granulația de 4...16 mm;

- 4% aditiv superplastifiant;
- 5,39% apă.

Timp de 2 minute se amestecă componentele în stare uscată, după care se adaugă apa împreună cu aditivul superplastifiant, și se malaxează până la omogenizarea compoziției. Se scoate betonul din malaxor, se verifică temperatura acestuia și se determină consistența și densitatea în stare proaspătă. La maxim 30 minute de la preparare, betonul se toarnă în tipare de diferite forme și dimensiuni și se lasă pentru 24 ore (minim 16 ore). Pentru evitarea evaporării apei, partea în contact cu atmosfera se sigilează cu folie de polietilenă sau prin pensulare cu o substanță izolatoare. Se decofrează probele și se introduc în bazinul cu apă menținută la o temperatură de $20 \pm 2^\circ\text{C}$, pe toată durata păstrării, până la vârsta de încercare a betonului.

În comparație cu betonul realizat de Gheorghe Petcu [9], acesta are rezistența la compresiune cuprinsă între 60 și 80 N/mm^2 . Fiind un studiu mai aprofundat s-a determinat gradul de impermeabilitate de cel puțin P8, modul de elasticitate de 50GPa, gradul de gelivitate de cel puțin G100 al procesului de îngheț-dezghet repetat, rezistență mare la uzură și faptul că nu prezintă carbonatare.

Avantajele utilizării acestui tip de beton sunt de ordin ecologic și financiar, scăzând emisiile de CO_2 și a consumului de energie prin înlocuirea parțială a cimentului cu pulbere fină de sticlă și silice ultrafină. [8] Datorită durabilității și rezistenței la factorii de mediu, acest beton poate fi utilizat la placări interioare și exterioare, la pardoseli, la mobilier urban. Un alt beneficiu ar fi înlocuirea parțială a agregatelor cu sticlă concasată și reciclată.

Ca o continuare a cercetărilor realizate pe tema betonului cu agregate din deșeuri din sticlă, se va studia realizarea betoanelor cu agregate din sticlă reciclată cu formă sferică. Deși betonul este un material format prin amestecarea cimentului, nisipului, pietrișului, apei și eventual aditivilor, adaosurilor, sau fibre, ale cărui proprietăți se dezvoltă prin hidratarea cimentului [1], pentru realizarea acestuia se vor folosi sfere din sticlă de diferite dimensiuni ca un înlocuitor al agregatelor.

2.2. Domeniul de utilizare

Momentan, betonul cu agregat din sticlă s-a folosit doar pentru caracteristicile sale estetice, dar nu și la elemente de rezistență într-o structură. [5] Posibilitatea de folosire este limitată doar de propria imaginație, arhitectii începând să folosească betonul ca: elemente de fațadă, panouri prefabricate, pereți despărțitori, pardoseală din dale, blaturi de bucătărie, mobilier urban. [17]



Fig. 1 Beton cu agregat din sticlă [18]

2.3. Metode de încercare pentru verificarea calității betonului în stare proaspătă

Pentru fiecare șarjă de beton se vor face următoarele determinări:

- determinarea densității;
- determinarea tasării.

2.3.1. Densitatea betonului proaspăt [12]

Se va cântări vasul și se va înregistra valoarea masei acestuia (m_1). În vasul rigid și etanș, cu masa și volumul cunoscute, se va turna și compacta betonul proaspăt și apoi se va cântări (m_2). Se poate folosi o ramă de umplere, cu condiția: cantitatea de beton utilizată pentru umplerea vasului să fie suficientă, astfel ca stratul de beton rămas în rama de umplere după compactare, să aibă o grosime de 10% până la 20% din înălțimea vasului. Betonul se va compacta în minimum două straturi, manual sau cu masa vibratoare. În cazul compactării cu masa vibratoare se va evita vibrarea excesivă pentru a nu provoca pierderea aerului oclus. Compactarea manuală se poate face cu tija/bara de compactare printr-o distribuție uniformă a bătăilor tijei/bari pe secțiunea transversală a tiparului. Fiecare strat va fi bătut de cel puțin 25 de ori și fără a se atinge stratul anterior. După compactarea fiecărui strat se vor lovi pereții vasului, cu ciocanul de lemn, pentru a se elimina pungile de aer, dar nu și aerul oclus. Se va scoate rama de umplere și se va nivela suprafața superioară a vasului.

Calculul densității betonului proaspăt se face cu formula:

$$D = \frac{m_2 - m_1}{V} \quad (1)$$

Unde: D - densitatea betonului proaspăt; m_1 - masa vasului, în kg; m_2 - masa vasului plus masa betonului din vas, în kg; V - volumul vasului, în m^3 .

2.3.2. Lucrabilitatea [11]

Lucrabilitatea este un ansamblu de proprietăți ce permit păstrarea în timpul transportului, compactării și finisării betonului proaspăt a omogenității compoziției. Pentru determinarea lucrabilității se folosește metoda tasării. Efectuarea încercării implică parcurgerea următoarelor etape:

- după umezirea la interior a trunchiului de con, acesta se așează pe o suprafață plană, rigidă, umezită și neabsorbantă;
- se umple trunchiul de con în trei straturi egale și se aplică 25 de împunsături (respectiv 45 pentru conul cu înălțimea de 45 cm) fiecărui strat, cu ajutorul unei vergele. Pentru umplerea ultimului strat se montează gulerul și se introduce beton în exces;
- după ce trunchiul a fost umplut, se îndepărtează gulerul și betonul în exces;
- se curăță betonul căzut în jurul trunchiului de con;
- în timp de 5...10 secunde se ridică trunchiul de con vertical, fără deplasări laterale, fără răsuciri.

În această metodă tasarea este dată de diferența dintre înălțimea vasului tronconic $h_{\text{inițial}}$ și înălțimea grămezii tasate de beton h_{final} . Încercarea se va repeta dacă după ridicarea trunchiului se produce o prăbușire parțială sau o rupere a betonului.

Lucrabilitatea depinde de conținutul de apă al amestecului de beton, de formă, starea suprafeței și dimensiunea maximă a agregatului. Cantitatea de apă necesară, pentru o lucrabilitate specificată, depinde esențial de caracteristicile geometrice ale agregatului și de volumul de materiale pulverulente (cu dimensiunea sub 0,125 mm) din amestecul betonului.

În general lucrabilitatea este îmbunătățită de introducerea de adaosuri pulverulente: fier de calcar, trassul (tuf vulcanic măcinat), microsilia (SUF), cenușa zburătoare de termocentrală, aditivii tensioactivi, superplastifianți, puternici reducători de apă și antrenatori de aer și cimenturile și adaosurile minerale fin măcinate, creșterea (până la o anumită limită) a dozajului de ciment (la rapoarte A/C constante). [4]

2.4. Metode de încercare pentru verificarea calității betonului întărit

Betonul este un tip de rocă artificială, formată prin aglomerare și cimentare a agregatelor în matricea de ciment. Betonul este un material evolutiv, cu variația continuă a proprietăților structurale ale matricei- porozitate, grad de fisurare, mod de legare a apei. Rezistența mecanică a betonului, precum și durabilitatea sunt influențate de structura matricei, de conlucrarea matrice-agregat și de structura agregatului.

Determinarea densității betonului întărit se realizează astfel [16]:

- se cântăresc probele;
- se stabilește volumul lor prin măsurarea directă a laturilor (dacă epruvetele au forma cubică sau prismatică se face o medie a înălțimii muchiilor).

Calculul densității aparente a betonului întărit în stare de umiditate naturală se face cu formula:

$$D = \frac{m}{V_{ap}} \quad (2)$$

Unde: D - densitatea betonului întărit, m - masa probei, V_{ap} - volumul aparent al probei

2.4.1. Rezistența la compresiune [13]

Pentru determinarea rezistenței la compresiune probele de beton se poziționează pe mașina de încercare astfel încât sarcina să se aplice perpendicular pe direcția de turnare (în cazul epruvetelor cubice). Se alege o viteză constantă de încărcare în domeniul 0,2 Mpa/s [N/mm^2*s] până la 1,0MPa/s [N/mm^2*s]. Sarcina se aplică fără șoc și se crește continuu la viteza constantă aleasă $\pm 10\%$, până când epruveta nu mai poate suporta o sarcină mai mare. Se înregistrează sarcina maximă de încărcare.

Rezistența la compresiune este dată de ecuația:

$$f_c = \frac{F}{A_c} \quad (3)$$

Unde: f_c - rezistența de compresiune, în MPa [N/mm^2]; F - sarcina maximă de cedare, în N; A_c - secțiunea transversală a epruvetei pe care acționează forța de compresiune.

2.4.2. Rezistența la întindere prin despicare [15]

Se așează epruveta de încercat central pe mașina de încercare, utilizând opțional un dispozitiv de fixare și dacă se cere, piesele de încărcare, de-a lungul părții superioare și inferioare ale planului de încărcare a epruvetei. Cu un dispozitiv de fixare sau cu suporturi temporare se asigură ca epruveta să rămână centrată atunci când se aplică prima dată încărcarea. Se alege o viteză constantă de încărcare în domeniul 0,04 Mpa/s [N/mm²*s] până la 0,06 MPa/s [N/mm²*s]. Sarcina se aplică fără șoc și se crește continuu la viteza constantă aleasă ±1%, până când epruveta nu mai poate suporta o sarcină mai mare. Rezultanta forțelor de întindere ortogonale cauzează cedarea la întindere a epruvetei.

Rezistența la întindere prin despicare este dată de formula:

$$f_{ct} = \frac{2 \times F}{\pi \times L \times d} \quad (4)$$

Unde: f_{ct} - rezistența la întindere prin despicare [MPa]; F - încărcarea maximă [N]; L - lungimea epruvetei [mm]; d - dimensiunea desemnată a epruvetei [mm].

Rezistențele la întindere aparentă măsurată depinde de forma și dimensiunile epruvetei utilizate pentru încercare:

- 1) cuburile dau rezistențe la întindere măsurate mai ridicate decât cilindri, cu aproximativ 10%;
- 2) cuburile de 150 mm dau rezistențe la întindere măsurate mai mici decât cuburile de 10 mm;
- 3) efectul dimensiunilor cilindrilor asupra rezistenței la întindere măsurate nu a fost găsit a fi semnificativ, datorită, probabil, variabilității datelor.

2.4.3. Rezistența la întindere prin încovoiere [14]

Epruvetele prismatice sunt supuse unui moment de încovoiere prin aplicarea unei sarcini prin rolele superioare și inferioare. Se așează epruveta de încercat pe mașină, se centrează corect și cu axa longitudinală a epruvetei la unghi drept față de axa longitudinală a rolelor superioare. Se asigură că direcția de referință a încercării este perpendiculară pe direcția de turnare a epruvetei. Nu se aplică încărcarea până când toate rolele de încărcare și cele de reazem nu sunt așezate pe epruvetă. Se alege o viteză constantă de încărcare în domeniul 0,04 Mpa/s [N/mm²*s] până la 0,06 MPa/s [N/mm²*s]. Sarcina se aplică fără șoc și se crește continuu la viteza constantă aleasă ±1%, până când epruveta nu mai poate suporta o sarcină mai mare. Se înregistrează încărcarea maximă susținută și se calculează rezistența la întindere prin încovoiere.

Rezistența la întindere prin încovoiere este dată de ecuația:

$$f_{cf} = \frac{F \times l}{d_1 \times d_2^2} \quad (5)$$

Unde: f_{cf} - rezistența la întindere prin încovoiere [MPa]; F - sarcina maximă [N]; l - distanța dintre rolele reazem [mm]; d_1 și d_2 - dimensiunile laterale ale epruvetei [mm].

3. REZULTATE CANTITATIVE, CALITATIVE ȘI INTERPRETĂRI

Proprietățile betonului depind de structura matricei, de caracteristicile agregatelor, precum și de conlucrarea dintre matrice și agregat. [1] Betonul prin structura sa de material microporos și microfisurat, permite pătrunderea apei prin capilaritate, difuziune și permeabilitate. Permeabilitatea determină ușurința relativă cu care betonul devine saturat cu apă sub acțiunea unui gradient de presiune și, de aceea, are un rol decisiv asupra durabilității. Factorii intrinseci care controlează durabilitatea sunt: permeabilitatea betonului, structura, compoziția oxidică și mineralogică a matricei, structura petrografică a agregatului de care depinde stabilitatea chimică în raport cu alcaliile din ciment, conlucrarea matrice-agregat.

În funcție de rețeta betonului cu agregat din sticlă acesta se poate comporta foarte bine la contracții (urmărite până la 120 zile), care se stabilizează începând cu vârsta de 56 de zile. Permeabilitatea este de 10% față de valoarea minimă permisă de standard. Rezistența la uzură se încadrează în cea mai bună clasă de performanță - Clasa 4. Se demonstrează că agregatele din sticlă se pot folosi în beton, cu folosirea nemijlocită a inhibitorilor reacțiilor chimice de tip alcalin, care creează expansiunea în beton, conducând la fisurarea acestuia. [8]

Betonul din deșeuri de sticlă este de două ori mai scump decât cel obișnuit, însă are mai multe beneficii: este impermeabil, rezistă la îngheț-dezghet.

Pentru realizarea betoanelor nu se pot folosi deșeurile de la recipientele de sticlă deoarece acestea sunt poluante și adesea vin în forme alungite și plate. Cel mai bun agregat pentru beton este sticla cubică, colectată ca rebut de la producătorii de sticlă pentru diferite produse, cum sunt producătorii de sticlă pentru ferestre, pahare tip cupă, oglinzi, sticlă de îmbuteliere. Nu se folosesc produse murdare, precum cele care au avut lipite diverse etichete. [19]

Până în prezent, conceptul nu a fost materializat din cauza reacției chimice dintre sticlă și ciment, care provoacă fisurări și alte avarii inacceptabile pentru un material destinat construcțiilor. [2]

4. CONCLUZII ȘI DEZVOLTĂRI ULTERIOARE

Deoarece rezistența agregatului de sticlă este mai mică decât a celor naturale de râu și de carieră, care susțin rezistența la compresiune a betonului, se dorește studiul betoanelor cu agregate din sticlă cu formă sferică.

Avantajele utilizării acestui tip de beton sunt de ordin ecologic și financiar, scăzând emisiile de CO₂ și a consumului de energie prin înlocuirea parțială a cimentului cu pulbere fină de sticlă și silice ultrafină. [8] Datorită durabilității și rezistenței la factorii de mediu, acest beton poate fi utilizat la placări interioare și exterioare, la pardoseli, la mobilier urban. Un alt beneficiu ar fi înlocuirea parțială a agregatelor cu sticlă concasată și reciclată.

Bibliografie

1. Avram C., Făcăoaru T., Filimon I., Mârșu O., Tereța I, Rezistențele și deformațiile betonului, Editura Tehnică, București, 1981.
2. Abbas Mohajerani, John Vajna, Tsz Ho Homan Cheung, Halenur Kurmus, Arul Arulrajah, Suksun Horpibulsuk, Practical recycling applications of crushed waste glass in construction materials, Construction and Building Materials, Volume 156, 2017, pp. 443-467
3. Gheorghe Maria - Valorificarea deșeurilor și subproduselor industriale în construcții, Editura MATRIXROM, București, 1999
4. Ionescu I., Ispas T., Proprietățile și tehnologia betoanelor, Editura Tehnică, București, 1997
5. Josmar Cassar, Josette Camilleri, Utilisation of imploded glass in structural concrete, Construction and Building Materials, Volume 29, 2012, pp. 299-307
6. Mukesh C Limbachiya, John J Roberts- Glass waste, Thomal Telford Publishing, 2004
7. NE 012/1-2007, Normativ pentru producerea betonului și executarea lucrărilor din beton, beton armat și beton precomprimat- Partea 1: Producerea betonului.
8. Corbu Ofelia, Utilizarea deșeurilor solide în compoziția betoanelor ecologice, Betonul cu agregate din deșeuri de sticlă, Revista Construcțiilor, nr. 120, 2015
9. RO 116617 B1. Număr brevet OSIM, Petcu Gheorghe „Compoziție de beton”
10. RO 127399 B1. Număr brevet OSIM, titlul „Betoane cu agregate din deșeuri de sticlă”
11. SR EN 12350-2:2009 Încercare pe beton proaspăt. Partea 2: Încercarea la tasare
12. SR EN 12350-6:2009 Încercare pe beton proaspăt. Partea 6: Densitate
13. SR EN 12390-3:2009 Încercare pe beton întărit. Partea 3: Rezistența la compresiune a epruvetelor
14. SR EN 12390-5:2009 Încercare pe beton întărit. Partea 5: Rezistența la încovoiere a epruvetelor
15. SR EN 12390-6:2010 Încercare pe beton întărit. Partea 6: Rezistența la întindere prin despicare a epruvetelor
16. SR EN 12390-7:2009 Încercare pe beton întărit. Partea 7: Densitatea betonului întărit
17. Shayan A., Value-added utilisation of waste glass in concrete, 2002
18. <http://www.bostonconcretecountertops.com/wp-content/uploads/2011/10/concrete-with-glass.jpg>
19. http://www.100construct.ro/index.php?section=detalii-articol&cat_id=33&id=315

Încercarea accelerată a structurilor rutiere

Hoha Didi

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

Rezumat

Încercarea accelerată a structurilor rutiere în stații pilot reprezintă o etapă intermediară între studiile de laborator și cele întreprinse pe sectoarele experimentale de tip integrat, realizate în cale curentă.

Stațiile pilot se utilizează atât pentru validarea metodelor de dimensionare a structurilor rutiere cât și pentru evaluarea comportării acestora, pe termen lung sub acțiunile sarcinilor mari pe osie.

Studiile întreprinse în stații pilot se pot desfășura simultan pe mai multe structuri rutiere/complexe rutiere, în condiții hidroclimatice controlate în scopul evidențierii unor procese care pot conduce la degradarea prematură a acestora, contribuindu-se astfel la stabilirea măsurilor preventive ce trebuie luate atunci când se trece la aplicarea in-situ a soluțiilor studiate.

Lucrarea își propune să prezinte studiile inițiale privind echivalarea traficului simulat cu traficul real din cale curentă și instrumentarea stației pilot ALT, în vederea încercării accelerate a unor structuri rutiere sustenabile.

Cuvinte cheie: încercări accelerate, stații pilot, structuri rutiere, trafic.

1. INTRODUCERE

Utilitatea încercărilor accelerate a fost evidențiată în Concluziile Congreselor Mondiale (AIPCR/PIARC) de la Tokio, Sydney și Bruxelles, atât pentru validarea metodelor de dimensionare cât și prin evoluția comportării pe termen lung a structurilor rutiere sub acțiunile sarcinilor mari pe osie.

Încercarea accelerată constă în suprapunerea structurilor rutiere realizate la scara 1:1, la circulația dată de o instalație de rulare cu greutatea identică cu cea a vehiculului etalon și obținerea datelor privind comportarea sa prin măsurători specifice sectorului rutier.

Încercările accelerate dau posibilitatea reducerii considerabile a duratei cercetărilor deoarece permit reproducerea solicitărilor reale “in situ” în mod intensiv și controlat; în cadrul acestor încercări se poate desfășura studiul simultan pe mai multe structuri rutiere/complexe rutiere, în condiții identice de solicitare care să conducă la obținerea de rezultate asupra comportărilor.

Totodată, în urma încercărilor accelerate se poate elucida o relație economică dintre trafic și structura rutieră/complexul rutier, putând stabilind volumul de trafic pentru care structura rutieră nu mai este rentabilă sau care este momentul optim în care trebuie realizată ranforsarea sa.

2. STAȚIA DE CERCETĂRI RUTIERE U.T. IAȘI

Stația pilot din cadrul Universității Tehnice „Gheorghe Asachi” Iași este unică în România și în sud – estul Europei.

Stațiile pilot pot fi cu condiții hidro-climatice controlate, prin amplasarea în incinte (exemplu: Stația Pilot U.T. Iași); cu condiții hidro-climatice aleatorii, prin amplasarea în spații deschise (exemplu: Manejul de oboseală LCPC Nantes).

Pista, pentru circulația sarcinii ce modelează acțiunea traficului, poate fi: liniară (exemplu: Universitatea Delft), circulară (la majoritatea instalațiilor ALT) sau cvasieliptică (exemplu: CEDEX Madrid).[4]

2.1. Generalități

Instalația de încercări accelerate a structurilor rutiere, din cadrul Universității Tehnice „Gheorghe Asachi” Iași, se află la a treia generație, parametrii săi fiind îmbunătățiți în anii 1981-1982 (generația 2-a) și, respectiv, 1996-1997. Stația de cercetări U.T. Iași a fost inclusă în documentele COST 347 /40/ sub denumirea de LIRA (Iași).

În țara noastră, cerințele unei stații pilot pentru încercarea accelerată a structurilor rutiere, au fost precizate încă de la fundamentarea primei generații (1957), fiind pe deplin actuale și după peste 6 decenii. Acestea constau din următoarele:

- asigurarea posibilității de execuție, pe pista special amenajată, a unor tipuri variate de complexe rutiere, în condiții cât mai apropiate de cele de pe teren și la scară suficient de mare (de regulă 1/1) pentru ca rezultatele să nu fie alterate;

- realizarea acțiunii circulației autovehiculelor, cu posibilitatea variației în limite reale a caracteristicilor traficului: tip osie, sarcina pe roată, presiunea specifică în amprentă, mărimea/forma suprafeței de contact, intensitatea traficului, viteza de circulație etc;

- reproducerea și variația factorilor meteorologici, hidrologici și locali: tipuri diferite de pământ de fundație (cu asigurarea zonei active), precipitații, domeniu reprezentativ de temperaturi, inclusiv cicluri de îngheț – dezgheț, nivel variabil al pânzei de apă freatică, condiții de scurgere sau infiltrații ale apelor de suprafață etc;

- efectuarea de măsurători diverse pentru cuantificarea acțiunii complexe a factorilor care acționează: controlul riguros al traficului, uzura îmbrăcăminte, deformații remanente și elastice, capacitate portantă, umidități și temperaturi la nivele diferite în structura rutieră etc.

Prin producerea, reglarea și controlul factorilor și parametrilor menționați mai sus, se creează condițiile, obligatorii, pentru asigurarea nivelului de încredere a rezultatelor cercetării științifice:

- posibilitatea variației fiecărui factor sau parametru în parte, în scopul cuantificării valorilor proprii;

- posibilitatea combinării și suprapunerii acțiunilor diferiților factori după relații și raporturi variabile, în vederea studierii comparative a rezultatelor obținute astfel, față de cele deduse printr-o însumare a comportărilor sub acțiunea separată a factorilor și parametrilor cauză.

Observațiile sistematice și măsurătorile de precizie efectuate în cursul experimentărilor prin încercări accelerate permit stabilirea valorilor individuale sau a raportului dintre parametri și factorii amintiți, de la care viabilitatea structurii rutiere este amenințată. Totodată, studiile în stația pilot pot evidenția procese prin care se ajunge la degradarea sistemului rutier, contribuindu-se la stabilirea măsurilor preventive ce trebuie luate atunci când se trece la aplicarea in-situ a soluției studiate.

A treia generație a stației de încercări accelerate a apărut ca necesară prin adoptarea și în România a vehiculului etalon OS-115 (osia standard 115 kN) pentru dimensionarea structurilor rutiere în locul vehiculului etalon A13 (a cărui sarcină pe osie era asigurată în cadrul generației a doua a stației).[1]

2.2. Elemente componente

Pentru încercarea accelerată a structurilor rutiere la solicitarea complexă a traficului și a condițiilor hidroclimatice, în componența stației de încercări există trei subansamble, și anume:

- Cuva, pentru realizarea complexelor rutiere (structură rutieră/zona activă) și condițiile hidrologice impuse;
- Instalația de rulare, pentru realizarea încercării accelerate la acțiunea traficului (OS 115 kN reprezintă osia recomandată de UE);
- Instalația de îngheț pentru încercarea structurii rutiere la temperaturi negative impuse.

Cuva inelară din beton armat, în care sunt construite la scara 1/1 complexele rutiere experimentale, are diametrul exterior/interior de 18,00 m/12,00 m (rezultând o lățime a pistei de 3,00 m), și o adâncime de 1,80 m (fig. 1, fig. 2).

În scopul realizării condițiilor hidrologice defavorabile prin modelarea ridicării nivelului apelor subterane, la baza cuvei, în ax, a fost amplasată, într-un strat filtrant, având grosimea medie de 20 cm, o conductă perforată prin care pot fi introduse cantități controlate de apă, pe grupuri de sectoare. Pentru a se evita colmatarea stratului filtrant și a conductei, acestea au fost protejate cu material geotextil (Netesin 400).

Pentru diminuarea pierderilor de căldură în timpul experimentărilor la îngheț – dezgheț, pereții cuvei au fost izolați termic cu polistiren expandat.

Solicitarea structurilor rutiere la trafic este realizată cu ajutorul unei grinzi de rulare echipată la ambele capete cu roți jumelate și având lungimea (între axele acestora) de 15 m. Sarcina transmisă corespunde osiei standard (115 kN); prin lestare se poate asigura o greutate totală de 13 tf (sarcina corespunzând standardelor din unele țări europene precum Franța, Italia).[1]

Aționarea sistemului de rulare este asigurată, la fiecare capăt, prin câte un motor electric de 55 kW c.c., prin intermediul unei cutii de viteză și a unui ax cardanic. Circulația, aferentă programului de încercare accelerată, poate fi realizată într-o gamă de viteze cuprinsă între 20 și 40 km/h. De regulă, se circulă cu viteza de 20 km/h (o trecere a unei roți jumelate, prin aceeași secțiune, la fiecare 4,25 s /8,5 secunde pentru o rotație completă).

Pentru a se asigura fiabilitatea instalației de simulare a traficului, partea mecanică a fost alcătuită din trei subsansamble (fig. 1):

- (a) structura de bază metalică (brațul de rulare);
- (b) subsansamblul roți (câte unul la fiecare capăt al brațului);
- (c) două grinzi de rezemare care realizează sprijinirea elastică a brațului de subsansamblul roții duble.

Structura asigură amortizarea mișcărilor grinzii (a) pe verticală, mișcări datorate denivelărilor suprafeței de rulare.

Legătura între braț și pivotul central, realizată prin intermediul a două bușe, permite mișcarea de tangaj, dar împiedică mișcarea de ruliu a grinzii.

Grinzile reazemă pe subsansamblul roților prin intermediul a câte patru arcuri cu foi (la fiecare capăt). Subsansamblul roții este alcătuit dintr-un cadru metalic în care sunt montate pe un arbore două roți de tip 12,00R20. Pentru evitarea uzurii premature a pneurilor, datorită deplasării acestora pe lungimi diferite, cuplul motor este transmis la o singură roată, iar cealaltă se rotește liber. Ansamblul roților, de la fiecare capăt a grinzii, poate fi deplasat axial și fixat în diferite poziții față de cea medie cu max. ± 300 mm, astfel încât să se poată executa circulația pe traiectorii

circulare cu raze cuprinse între 7200 și 7800 mm (pasul deplasării este de 600 mm).[4]

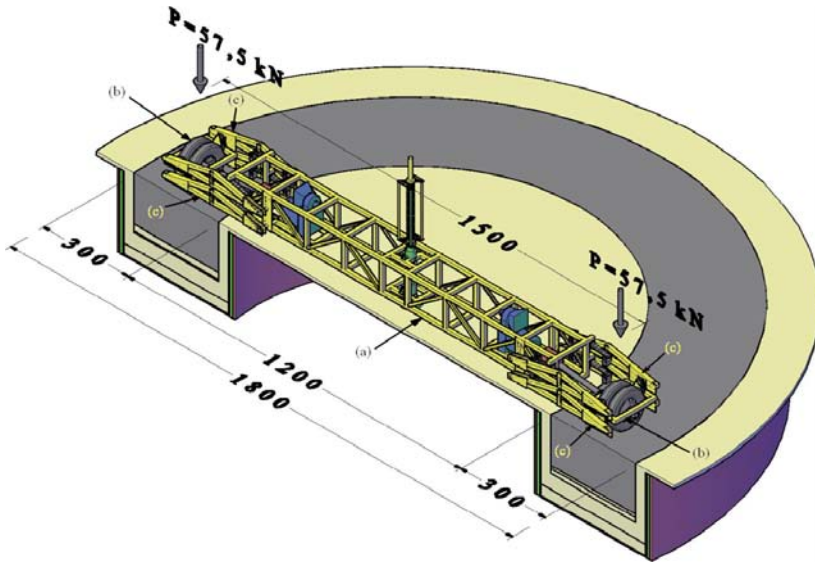


Fig. 1. Prezentare stație de încercări accelerate generația a treia (U.T. Iași)

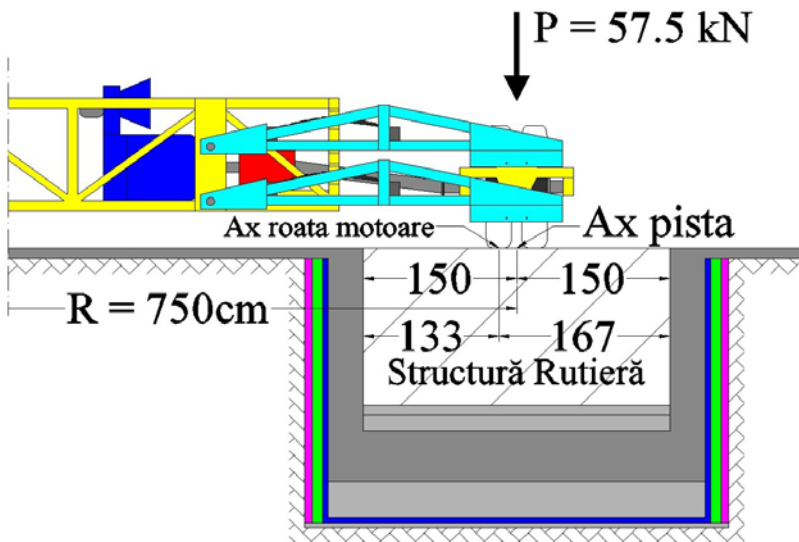


Fig. 2. Schema brațului rulant cu roți jumelate

3. COMPORTAREA STRUCTURILOR RUTIERE SUSTENABILE SUB TRAFIC ACCELERAT

3.1. Conceperea sectoarelor experimentale

Au fost proiectate un număr de 5 structuri rutiere semirigide sustenabile având strat de bază realizat din amestecuri stabilizate cu lianți hidraulici rutieri de tip Doroport (pe sectoarele experimentale 2, 3, 4 și 5), respectiv două structuri rutiere suple cu strat de bază din piatră spartă care reprezintă structuri rutiere clasice (pe sectoarele experimentale 1 și 7) care sunt utilizate pe rețeaua rutieră din România, la momentul actual.

Structurile rutiere de pe sectoarele experimentale 2, 3 și 4 sunt semirigide și sustenabile; în acestea se utilizează materiale locale stabilizate.

Astfel, pe sectorul 4 s-a folosit în strat de bază balast sort 0 – 31,5 mm de râul Moldova stabilizat cu Doroport.

Pe sectorul 2 se utilizează, în strat de bază, material rutier recuperat prin frezare din îmbrăcămintea asfaltică degradată stabilizată cu Doroport, respectiv pe sectorul 3 se utilizează, în strat de bază, material rutier recuperat prin frezare din îmbrăcămintea din beton de ciment degradată stabilizată cu Doroport.

Ultimele două sectoare, menționate mai sus, reprezintă o soluție nouă de structuri rutiere sustenabile ce pot fi utilizate pe drumurile locale (drumuri județene și comunale), prin refolosirea îmbrăcăminților rutiere de pe drumul existent.

Sectoarele experimentale 5 și 6 au fost dimensionate pentru clasa de trafic foarte greu, respectiv drumuri expres și autostrăzi.

Pe aceste sectoare s-au folosit structuri rutiere sustenabile ce au în componență pământ tratat cu Dorosol, în grosime de 20 cm, iar în strat de fundație superior, balast sort 0 – 31,5 mm stabilizat cu Doroport (20 cm grosime pentru sectorul 5, respectiv 25 cm grosime pentru sectorul 6).[3]

În figura 3 se prezintă poziționarea structurilor rutiere de pe sectoarele experimentale, amplasate pe pista pilot a stației de cercetări rutiere, ce au fost realizate.

Structurile rutiere de pe cele 7 sectoare experimentale sunt prezentate în fig. 4 – 10.

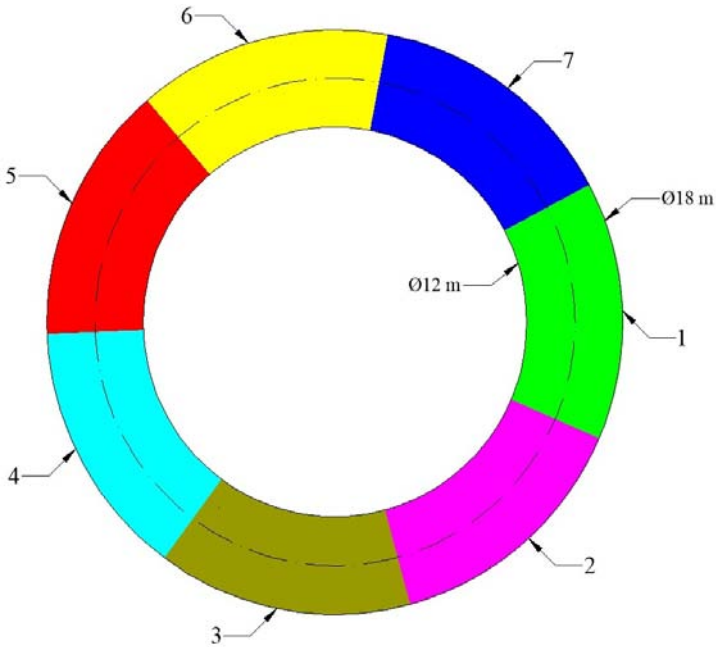


Fig. 3. Amplasarea sectoarelor experimentale pe pista pilot

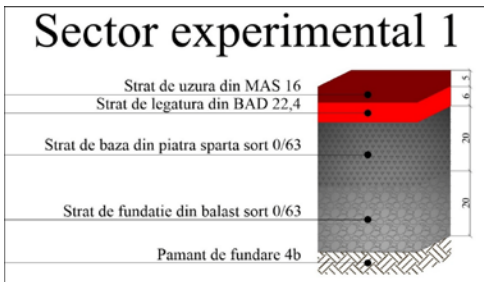


Fig. 4. Structura rutieră de pe sectorul 1

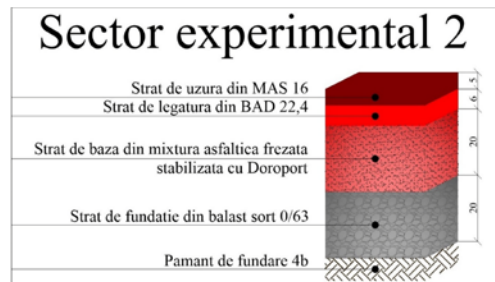


Fig. 5. Structura rutieră de pe sectorul 2

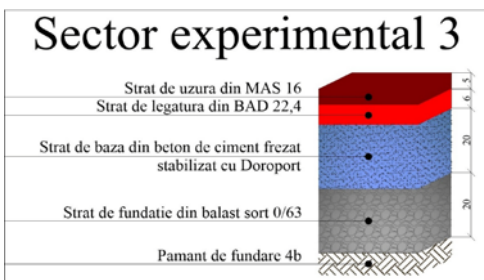


Fig. 6. Structura rutieră de pe sectorul 3

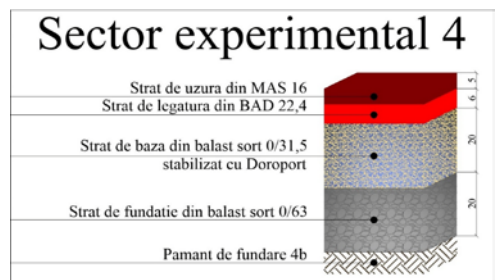


Fig. 7. Structura rutieră de pe sectorul 4

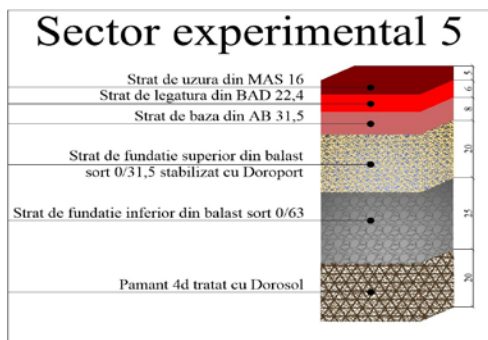


Fig. 8. Structura rutieră de pe sectorul 5

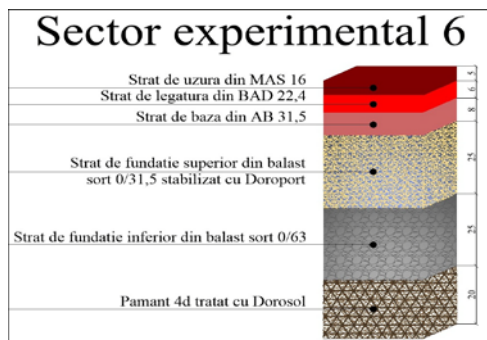


Fig. 9. Structura rutieră de pe sectorul 6

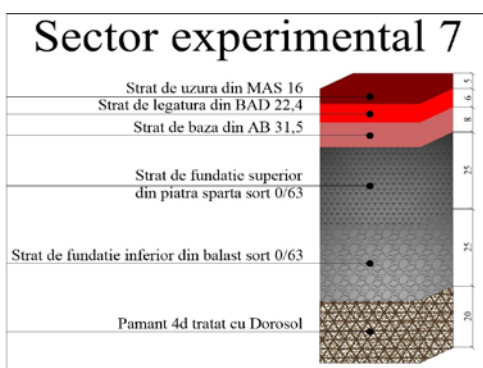


Fig. 10. Structura rutieră de pe sectorul 7

3.2. Echivalarea traficului simulat cu trafic real în cale curentă

Se consideră vehiculul greu autocamionul precum și vehiculele derivate cu 3 osii, având caracteristicile 62 KN (osie simplă) + (2 * 80 KN) osie dublă; influența osiei duble se consideră 1,15 * 80 KN.

Într-o perioadă de circa 10 luni de funcționare a instalației, se ajunge la un volum de calcul în cale curentă, de peste 2,4 m.o.s., ceea ce înseamnă un trafic foarte greu pentru drumurile locale (județene și comunale).

Într-o perioadă de circa 20 luni de funcționare a instalației, se ajunge la un volum de calcul în cale curentă, de peste 4,3 m.o.s., ceea ce înseamnă un trafic foarte greu similar cu cel de pe drumurile expres și autostrăzi.[2]

3.3. Determinarea stării de eforturi și deformații în structurile rutiere sustenabile experimentale

În vederea înregistrării deformațiilor specifice, sectoarele experimentale au fost echipate cu 35 de traductori tensometrici tip PAST 2 (Pavement Strain

Transducers), iar pentru măsurarea presiunii la nivelul pământului de fundație au fost montați 7 traductori tip SOPT 68A (SOil Pressure Transducers).

În figura 11 sunt reprezentate dimensiunile traductorilor tip PAST 2, respectiv SOPT 68A.

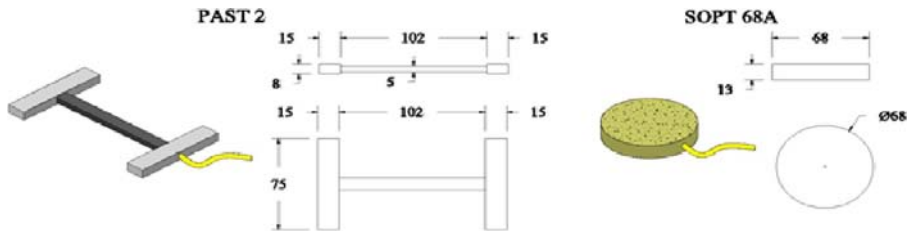


Fig. 11. Forma și dimensiunile traductorilor tensometrici tip PAST 2 și SOPT 68A

În tabelele 3 și 4 sunt descrise specificațiile tehnice ale traductorilor tip PAST 2, respectiv SOPT 68A.

Tabelul 3. Specificații tehnice PAST 2

Type	FTC
Range	up to 1500 μ strain
Cell-material	Epoxy – Fiberglass
Coating	Epoxy – Silicone – PFT - Titanium
Temperature	-30 - 150°C; -22 - 300°F
Resistance	120 Ω \pm 1%; Gf = 2,0
Voltage	up to 12 V (full bridge)
Fatigue - life	theoretical up to 108 cycles
Service - life	typical > 36 months

Tabelul 4. Specificații tehnice SOPT 68A

Type	FTC I	FTC II
Range	10 -20 kPa	100 – 800 kPa
Cell-material	Pure Titanium	
Coating	Epoxy and Sand	
Temperature	-30 ~ 150°C; -22 ~ 300°F	
Resistance	4x350 Ω în full Weston Bridge	
Voltage	up to 12 V	
Function	Linear for E – modulus < 500 000 kPa	
Fatigue - life	More than 3x10 ⁶ cycles	
Service - life	typical > 36 months	

4. CONCLUZII ȘI DEZVOLTĂRI ULTERIOARE

Încercarea accelerată a structurilor rutiere în stația pilot din cadrul Universității Tehnice „Gheorghe Asachi” din Iași reprezintă o fază intermediară între studiile efectuate în laborator și sectoarele experimentale realizate în cale curentă.

Condițiile hidrologice în complexul rutier supus traficului accelerat în cuva de încercare sunt controlate, astfel se pot simula zone cu nivelul apelor freatice ridicat, ceea ce conduce la o diminuare a capacității portante a structurilor rutiere.

Avantajul major al utilizării stației pilot este faptul ca simulează un trafic de perspectiva de 15 ani în cale curentă, într-o perioadă de maxim un an pentru drumuri locale (drumuri județene și drumuri comunale), respectiv circa 2 – 3 ani pentru drumuri expres și autostrăzi. Așadar, se pot forma concluzii edificatoare privind comportarea structurilor rutiere la traficul de perspectivă, într-o perioadă scurtă de timp și se pot realiza optimizări din punct de vedere tehnico – economic.

Se vor efectua măsurători ale deformațiilor elastice apărute în structurile rutiere experimentale în cele 40 de profiluri transversale de pe circumferința pistei, precum și determinarea capacității portante la diverse etape de trafic și condiții hidrologice.

Aceste cercetări inițiale au fost întreprinse în cadrul studiilor doctorale având ca subiect: „Încercări accelerate pentru validarea unor noi concepte de structuri rutiere”.

Bibliografie

1. N. Vlad, H. Zarojanu, B. Cososchi, D. Leon – „Stația pilot de încercări accelerate de la Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” Iași la a treia generație” - Patru decenii de cercetare rutieră prin încercări accelerate în stația pilot ”Prof. Univ. Emerit Ing. Dimitrie Atanasiu” Iași
2. N. Vlad, H. Zarojanu, B. Cososchi - Echivalarea traficului accelerat, cumul pe pista inelară a stației pilot Iași, în trafic în cale curentă - Patru decenii de cercetare rutieră prin încercări accelerate în stația pilot ”Prof. Univ. Emerit Ing. Dimitrie Atanasiu” Iași
3. Boboc V., Boboc A., Hoha D. – “Studii și cercetări privind structuri rutiere sustenabile realizate cu amestecuri stabilizate cu lianți hidraulici rutieri utilizați la modernizarea și consolidarea de drumuri” - Contract nr. 4543/13.10.2016.
4. Muscalu Teodor Marius – Teza de Doctorat „Contribuții privind tehnologia de execuție și comportarea sub trafic a betonului de ciment rutier cu armătură dispersă din fibre de oțel”, UT Iași, 2009.

Stadiul actual al cunoașterii privind rigiditatea elementelor din beton armat

Iftode Vlăduț-Ionel,

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

Rezumat

Lucrarea își propune să realizeze o sinteză comparativă între valorile considerate în prezent pentru afectarea modulului de rigiditate al elementelor de beton armat. În aceasta s-au considerat atât norme naționale cât și internaționale dar au fost prezentate și lucrări de referință în domeniu. Articolul se încheie cu un studiu de caz în urma căruia s-a observat că există diferențe de comportare pentru un cadru de beton armat între codurile naționale și cele internaționale.

Cuvinte cheie: modul de rigiditate, modul de elasticitate, moment de inerție.

1. INTRODUCERE

Majoritatea structurilor din beton armat sunt structuri static nedeterminate astfel că rigiditatea elementelor structurale influențează nu numai deplasările, ci și distribuția eforturilor în elemente. Pereții structurali, stâlpii și grinzile răspund în stadiul II de lucru, stadiul fisurat. Din acest motiv, la calculul structurilor este necesară considerarea rigidității corespunzătoare stadiului II de lucru, fisurat.

În calculul deplasărilor de ansamblu ale structurii se pot obține rezultate acceptabile din punctul de vedere al reflectării comportării reale, dacă se folosesc valori aproximative ale rigidităților obținute prin afectarea modulelor de rigiditate ale secțiunii brute cu factori subunitari. (Postelnicu, 2012)

Factorii subunitari prevăzuți în codurile naționale și internaționale, practic, reduc valoarea modulului de elasticitate sau caracteristicile geometrice ale secțiunii.

2. METODOLOGIA CERCETĂRII

2.1. În coduri naționale

În România, conform codului de proiectare seismică, partea I, **indicativ P100-1/2013**, factorul subunitar de reducere al modulului de rigiditate este dat de tipul structurii (cadre sau cu pereți structurali). Pentru structurile în cadre de beton

armat, se ține cont și de natura legăturilor dintre componentele nestructurale și structura de beton armat, acestea fiind prezentate în tabelul 2.1.

Tabel 2.1. Valori de proiectare ale modulelor de rigiditate conform P100-1/2013

Tipul de structură	Natura legăturilor între componentele nestructurale și structura de beton armat	
	Componentele nestructurale contribuie la rigiditatea de ansamblu a structurii	Componentele nestructurale nu interacționează cu structura
Structuri de beton armat		
Structuri tip cadre	$E_c I_g$	$0,50 \cdot E_c I_g$
Structuri cu pereți	$E_c I_g$	

Unde E_c - modulul de elasticitate al betonului și I_g - momentul de inerție al secțiunii brute (nefisurate) de beton.

2.2. În coduri internaționale

Valorile prevăzute în *codul Canadian de proiectare* a construcțiilor din beton armat, **indicativ CAN/CSA-A23.3-04**, revizuit în iulie 2007, sunt funcție de elemente constitutive ale structurilor de beton armat. Tabelul 2.2.

Tabel 2.2. Valori de proiectare ale modulelor de rigiditate conform CAN/CSA23.3-04/2007

Grinzi	$0,35 \cdot I_g$
Stâlpi	$0,70 \cdot I_g$
Pereți (nefisurați)	$0,70 \cdot I_g$
Pereți (fisurați)	$0,35 \cdot I_g$
Plăci	$0,25 \cdot I_g$

Unde I_g este momentul de inerție al secțiunii brute (nefisurate) de beton.

Codul American de proiectare a structurilor de beton armat, **indicativ ACI 318-08**, prevede, fie valorile din în tabelul 2.3, care sunt în funcție de tipul elementului, fie se calculează în funcție de solicitarea elementului (compresiune sau încovoiere).

Tabel 2.3. Valori de proiectare ale modulelor de rigiditate conform ACI 318-08

Grinzi	$0,35 \cdot I_g$
Stâlpi	$0,70 \cdot I_g$
Pereți (nefisurați)	$0,70 \cdot I_g$
Pereți (fisurați)	$0,35 \cdot I_g$
Plăci	$0,25 \cdot I_g$

Pentru elementele solicitate la compresiune momentul de inerție efectiv se poate calcula cu relația 2.1 iar pentru cele solicitate la încovoiere cu relația 2.2.

$$0,35 \cdot I_g \geq I = \left(0,8 + 0,25 \cdot \frac{A_{st}}{A_g} \right) \cdot \left(1 - \frac{M_u}{P_u \cdot h} - 0,5 \cdot \frac{P_u}{P_o} \right) \cdot I_g \leq 0,875 \cdot I_g \quad (2.1)$$

$$0,25 \cdot I_g \geq I = (0,1 + 0,25 \cdot \rho) \cdot \left(1,2 - 0,5 \cdot \frac{b_w}{d} \right) \cdot I_g \leq 0,5 \cdot I_g \quad (2.2)$$

Unde : I_g - momentul de inerție al secțiunii brute (nefisurate) de beton, A_g - aria secțiunii brute (nefisurate) de beton, A_{st} - aria armăturii necomprimate, M_u - momentul încovoiator rezultat din combinația de încărcări, P_u - forța axială rezultată din combinația de încărcări, P_o - rezistența axială nominală la excentricitatea zero, h - înălțimea secțiunii, b_w - lățimea secțiunii și d - distanța de la zona comprimată la centrul armăturilor tensionate.

Societatea Americană a inginerilor civili, prin standardul de reabilitare seismică a clădirilor existente, **indicativ ASCE/SEI 41-06**, recomandă valori în funcție de tipul elementelor componente ale structurilor, similar codului ACI 318-08, dar cu factori subunitari mai mari, Tabel 2.4.

Tabel 2.4. Valori de proiectare ale modulelor de rigiditate conform ASCE/SEI 41-06

Grinzi	$0,50 \cdot I_g$
Stâlpi	$0,70 \cdot I_g$
Pereți (nefisurați)	$0,80 \cdot I_g$
Pereți (fisurați)	$0,50 \cdot I_g$

Normativul din Noua Zeelandă, **indicativ NZS 3101-1/2016**, prevede o ecuație de calcul (2.3), care ține seamă de modulul de elasticitate și momentul de inerție al secțiunii nefisurate de beton raportată la forța axială normalizată . Pentru acuratețea calculului intervin și caracteristicile armăturii, ecuația 2.4.

$$EI = \frac{\left(\frac{E_c I_g}{2,5} \right)}{1 + \beta_d} \quad (2.3)$$

$$EI = \frac{\left(\frac{E_c I_g}{5} + E_e I_{se} \right)}{1 + \beta_d} \quad (2.4)$$

În care I_g este momentul de inerție al secțiunii brute (nefisurate) de beton, I_{se} - momentul de inerție al armăturii, E_c - modulul de elasticitate al betonului, E_s - modulul de elasticitate al oțelului și β_d - forța axială normalizată;

$$\beta_d = \frac{N_{Ed}}{A_c \cdot f_{cd}} \quad (2.5)$$

f_{cd} - valoare de calcul a rezistenței la compresiune a betonului;

A_c - aria secțiunii brute de beton;

N_{Ed} - valoarea de calcul (de proiectare) a forței axiale.

2.3. În literatura de specialitate

Profesorul **Tudor Postelnicu**, în cartea “Proiectarea structurilor din beton armat în zone seismice”, Volumul III, din anul 2012, prezintă un exemplu de proiectare al unei clădiri înalte de beton armat, sistemul structural al acesteia fiind unul mixt, cu nucleu central din pereți structurali, iar pe contur un cadru, pe toate cele 4 laturi. Pentru această structură, valorile de calcul ale modulelor de rigiditate pentru toate categoriile de elemente au fost alese în conformitate cu prevederile din CR 2-1, dar și pe baza judecății ingineresti și sunt prezentate în tabelul 2.6.

Tabel 2.6. Valori de proiectare ale modulelor de rigiditate conform Postelnicu/2012

Grinzi	$0,60 \cdot E_c I_g$
Stâlpi	$0,80 \cdot E_c I_g$
Pereți	$0,60 \cdot E_c I_g$
Plăci	$0,50 \cdot E_c I_g$
Grinzi de cuplare (armare cu carcasa diagonale)	$0,30 \cdot E_c I_g$

3. REZULTATE CANTITATIVE, CALITATIVE ȘI INTERPRETĂRI

S-a efectuat o analiză modală și o analiză static neliniară (pushover) unde s-a afectat modulul de rigiditate al elementelor cadrului conform sintezei prezentate în capitolul 2 al lucrării. Pentru aceasta s-a considerat un cadru cu o singură deschidere de 6 m și patru niveluri cu înălțimea de 3 m. Secțiunea stâlpilor este de 50x50 cm, armați cu 12 bare longitudinale de Ø16 și etrieri de Ø8. Secțiunea grinzilor este de 30x60 cm, armată, la partea superioară și cea inferioară, cu 2 bare

Ø16 și 1 bară Ø10, și etrierii de Ø8. S-a introdus o încărcare uniform distribuită, pe grinzi, de 50 kN/m, din sarcini utile, și o încărcare de 50 kN/m, din sarcini permanente.

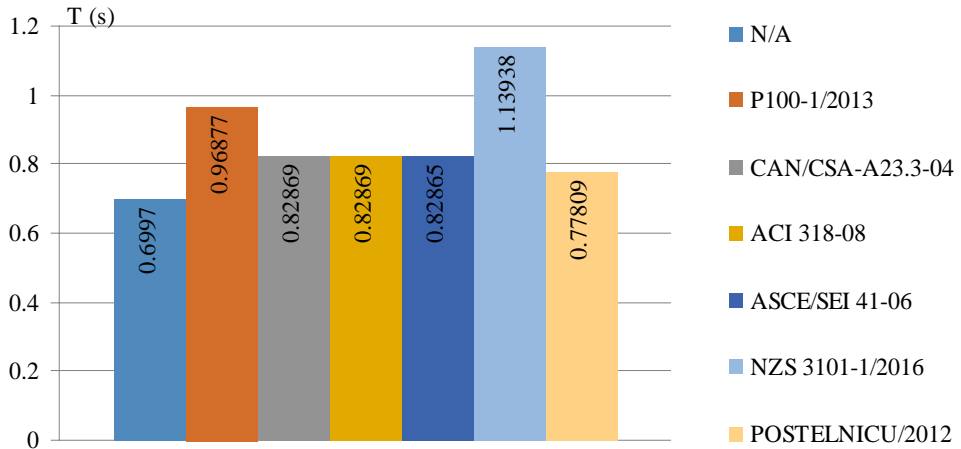


Fig. 3.1. Sinteza rezultatelor, comparându-se perioada fundamentală de vibrație în funcție de coduri și lucrări

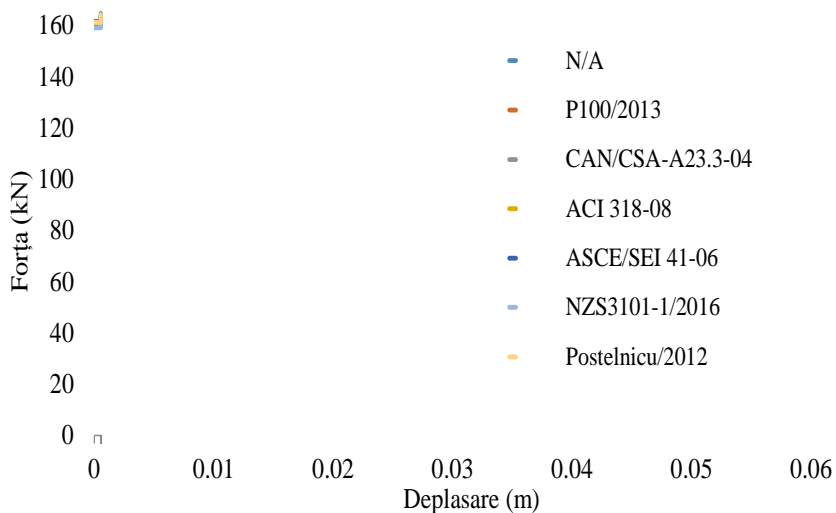


Fig. 3.2. Sinteza rezultatelor, comparându-se curba de capacitate (pushover)

Tabel 3.1. Sinteza rezultatelor, comparându-se curba de capacitate (pushover)

	Deplasare [m]	Forța [kN]
N/A	0.050218	164.632
P100-1/2013	0.045761	163.27
CAN/CSA-A23.3-04	0.046566	163.65
ACI 318-08	0.046566	163.65
ASCE/SEI 41-06	0.04755	163.864
NZS 3101-1/2016	0.042101	162.098
POSTELNICU/2012	0.048618	164.167

4. CONCLUZII ȘI DEZVOLTĂRI ULTERIOARE

Structurile în cadre din beton armat sunt structuri flexibile. Specificul acestui tip de structură este : cu cât perioada proprie de vibrație este mai mare, cu atât au loc amplificări dinamice maxime. A fost realizată o analiză modală și o analiză static neliniară, pushover, în care au fost considerate structura neafectată, N/A, și structura degradată în funcție de diferite normative internaționale, respectiv, lucrări de specialitate. În urma rezultatelor obținute pe structura analizată se observă că valorile perioadei fundamentale sunt sensibil diferite între codurile americane, dar sunt mai mari cu 15,5% față de structura neafectată, (N/A). Conform codului românesc, perioada este mai mare cu 27,8% față de structura neafectată și respectiv cu 14,4% față de codurile americane. Se observă o creștere semnificativă a perioadei conform codului neozelandez, aceasta fiind cu 38,6% mai mare față de N/A.

Pe baza rezultatelor obținute în urma analizei statice neliniare, forța maximă laterală înregistrată este sensibil diferențiată între cadrul simplu și cadrul afectat conform exemplului dat de T. Postelnicu, dar deplasarea maximă este mai mică cu aproximativ 2,8%, în cazul celui din urmă. O diferență mai mare se observă în cazul aplicării prevederilor din codul neozelandez, forța laterală și deplasarea fiind cu 1,5%, respectiv cu 19,2% mai mici decât N/A.

Ca direcții viitoare de cercetare, se dorește o determinare cât mai eficientă a factorului subunitar de reducere al modulului de rigiditate.

Bibliografie

1. American Concrete Institute (ACI), *Building code requirements for structural concrete* (ACI 318-08) and commentary, January 2008, ISBN 978-0-87031-264-9
2. American Society of Civil Engineers (ASCE), *Seismic rehabilitation of existing buildings*, ASCE/SEI 41-06, 2007, ISBN 978-0-7844-0884-1
3. National standard of Canada, *Design of concrete structures*, CAN/CSA-A23.3-04, July 2007, ISBN 1-55397-559-6

4. Federal Emergency Management Agency, FEMA 356, *Prestandard and commentary for the seismic rehabilitation of buildings*, November 2000
5. *Cod de proiectare a construcțiilor cu pereți structurali de beton armat*, indicativ CR 2-1-1.1/2013
6. New Zealand Standard, NZS 3101-1, English version, *Concrete structures standard - The design of concrete structures*, 2006, ISBN 1-86975-043-8
7. Cod de proiectare seismică – partea I – prevederi de proiectare pentru clădiri, indicativ P100-1, 2013

Istoria rezervoarelor de apă. Calitatea apei și problema deficitului de apă în Emiratele Arabe Unite

Mataz Al Tarmanini

doctorand, Facultatea de Construcții și Instalații Iași

Rezumat

Apa este viață - iar viața pe pământ este legată de apă. Existența noastră depinde de apă sau de lipsa ei în multe feluri și se poate spune că întreaga noastră civilizație este construită pe folosirea apei.

Acest articol analizează importanța tehnologiilor utilizate pentru stocarea apei pe parcursul istoriei și evoluția acestora. Agricultură și dezvoltarea așezărilor conduc la începutul problemei cu care se confruntă astăzi omenirea - cum se poate obține apă potabilă pentru oameni, animale, agricultură, industrie și cum se gestionează deșeurile pe care le producem. Cu toate acestea, importanța unei sanitații adecvate nu a fost înțeleasă decât în secolul al XIX-lea.

Studiul prezintă în prima parte o scurtă istorie a rezervoarelor de apă începând din cele mai vechi timpuri, pentru a continua cu o analiză a problematicii privind deficitul de apă cu care se confruntă în acest moment Emiratele Arabe Unite.

Cuvinte cheie: rezervoare de apă, calitatea apei, deficitul de apă.

1. Introducere

Istoria rezervoarelor de apă

Apa este unul dintre cele mai importante elemente de supraviețuire pentru cele mai multe forme de viață terestre. Oamenii au locuit planeta de peste 200.000 de ani, dar cu toate acestea, numai în ultimii 10.000 de ani, omul a descoperit și a practicat transportul și gestionarea apei de suprafață și subteran. Acest lucru a dus la domesticirea vieții sale și, în cele din urmă, omul a început să se stabilească într-un stil de viață agrar. Acesta a fost impactul invenției ingineriei hidraulice și, prin urmare, satul a evoluat spre urban, iar așezările de mari dimensiuni au început să apară foarte rapid.

Primele eforturi reușite de a controla fluxul de apă au fost determinate de nevoile agricole, de irigații. Irigarea a început probabil să se dezvolte la scară redusă în perioada epocii neolitice, în așa-numitul "crescent fertil", un arc care constituie regiunile comparativ fertile ale Mesopotamiei. În timp ce în Egipt și în Orientul Îndepărtat în subcontinentul indian, oamenii au început să controleze apele râurilor mari precum Nilul. Auto-suficiența în alimente, a condus la o dezvoltare mai mare

a comerțului și a economiei, iar civilizațiile legendare, cum ar fi egipteană, mesopotamiană, greacă, indiană, au început să înflorească. Pe măsură ce așezările s-au îndepărtat de sursa de apă, caracterul de bază al utilizării canalelor pentru deturnarea apei din câmpiile inundabile ale râurilor în câmpurile pentru agricultură și utilizarea iazurilor, a rezervoarelor de apă și a puțurilor, au devenit comune pentru uz casnic. Cu o înțelegere mai detaliată a naturii apei de suprafață, a apelor subterane și a apelor pluviale, un sistem robust și durabil de gestionare a apei a fost dezvoltat în fiecare dintre civilizațiile care au prosperat de mii de ani.

Așa cum gestionarea apei a fost un factor-cheie pentru progresul diverselor civilizații, a devenit, de asemenea și cauza căderii mai multor imperii. Nesiguranța și imprevizibilitatea au condus la stres extrem de apă în multe civilizații din trecutul recent și din antichitate. În timpul războaielor, a fost o strategie militară comună de a contamina sursa de apă pentru a rupe asediul și a face predarea inamicului într-un timp mai scurt care altfel ar duce la pierderi mult mai mari de viață și de proprietate. Sistemele de distribuție a apei necorespunzătoare și prost întreținute, au condus la bolile pe scară largă și prăbușirea generațiilor în civilizații. Pentru a evita acest lucru unele civilizații, au făcut eforturi uriașe ca să creeze sisteme pentru conservarea și întreținerea de rezervoarelor de apă. A fost dezvoltat un echilibru între sursele de apă disponibile, cum ar fi sistemele de suprafață, subterane și stocate, pentru a putea fi susținute în timpul calamităților climatice, politice și naturale. Echilibrul era unic pentru fiecare regiune a fiecărei civilizații. Utilizarea rezervoarelor de apă a fost trasată pentru prima dată în epoca neolitică; acest capitol prezintă astfel, o scurtă dezvoltare istorică a rezervoarelor de apă din întreaga lume în cursul ultimilor 5500 de ani. Această lucrare nu este o prezentare exhaustivă a tot ceea ce este cunoscut astăzi despre rezervoarele de apă ci oferă mai degrabă câteva exemple caracteristice ale tehnologiei rezervoarelor într-o manieră cronologică care se extinde de la cele preistorice până în prezent. Exemplele de tehnologiile pentru rezervoarele de apă și practicile de gestionare date în această lucrare, pot avea unele aspecte de importanță pentru sustenabilitatea resurselor de apă pentru prezent și viitor. Au fost rezervoare utilizate pentru stocarea apei de scurgere a apelor pluviale și a apelor de apeduct provenite din izvoare și fluxuri în scopul satisfacerii nevoilor de apă prin variații sezoniere. Cisternele au fost construite de la vase simple de argilă până la structuri subterane mari.

Evoluția utilizării și a realizărilor majore ale rezervoarelor de apă este prezentată și discutată aici cu accent pe cele mai semnificative tehnologii aplicate de-a lungul secolelor. Sunt oferite viziuni valoroase în tehnologiile și managementul rezervoarelor antice de apă, evidențiindu-le caracteristicile durabilității, adaptabilitatea mediului și durabilitatea, o comparație a evoluției tehnologice din mai multe civilizații. Aceste tehnologii vin să sprijine realizările moderne în ingineria apei, ilustrând clar că "trecutul este cheia pentru viitor".

Dezvoltarea istorică a rezervoarelor de apă din întreaga lume în ultimii 5500 de ani de istorie umană, este așadar demnă de luat în considerare și în acest sens, voi

urmări o ordine cronologică, cu accent pe principalele civilizații. Rapid, progresul tehnologic în secolul al XXI-lea a creat o nerespectare a tehnologiilor de apă din trecut, considerate a fi cu mult în urma celor actuale, chiar dacă există o serie de probleme nerezolvate, probleme legate de sistemele de alimentare cu apă, în special în privința rezervoarelor. În lumea în curs de dezvoltare, astfel de probleme au fost intensificate într-o măsură fără precedent.

Construcția și utilizarea rezervoarelor de apă, poate fi urmărită înapoi în timp, în epoca neolitică, atunci când sunt realizate cisternele de ipsos, care au fost construite în etajele caselor din localitățile din Levant, cum ar fi Ramad și Lebwe.

Multe cisterne vechi au fost descoperite în Ierusalim și în întregul teritoriu al Israelului. La locul crezut de unii ca fiind al orașului biblic Ai (Khirbet et-Tell), a fost descoperită o cisternă mare din jurul anului 2500 î.H., care avea o capacitate de aproape 1700 m³. Aceasta a fost sculptat din piatră solidă, căptușită cu pietre mari și sigilată cu lut pentru a evita scurgerea [1].

În antichitate, cisternele au devenit elementul esențial pentru un oraș bine conceput. Numărul crescut de persoane în perioada romană a condus la o creștere a dimensiunii și la o combinație de cisterne cu construcții impresionante de transport al apei. În această perioadă, aceste tehnologii de apă care au apărut într-o anumită măsură au reapărut mai târziu la începutul revoluției industriale.

Așa cum am menționat, domeniul de aplicare al acestui capitol nu este o prezentare exhaustivă a ceea ce este cunoscut astăzi despre apă, rezervoare sau tehnologiile aferente utilizate în întreaga lume. Mai degrabă, unele exemple caracteristice selectate, sunt discutate pentru a ilustra evoluția rezervoarelor de apă, ce se extind în mod cronologic de la vremuri preistorice până în prezent. Exemplele de tehnologiile pentru cisterne de apă și practicile de gestionare prezentate în această lucrare - care nu sunt cunoscute pe scară largă printre ingineri - poate avea o importanță pentru îmbunătățirea sistemelor actuale de inginerie a apei, așa cum vor fi discutate mai târziu în lucrare.

Pe insula Creta, tehnologia de stocare a apei de suprafață a fost foarte dezvoltată de la sfârșitul perioadei neolitice. Un rezervor de apă din Azoria, în partea estică a Cretei, datează din perioada neolitică.

Apa era transportată în rezervor, o tehnică încă practică astăzi în zonele rurale ale insulei. În fapt, această practică a fost folosită pe scară largă în întreaga istorie a Cretei. În Creta antică, tehnologia de stocare a apei de suprafață pentru alimentarea cu apă a fost foarte bine dezvoltată și folosită până în perioada modernă. Rezervoarele de apă minoice erau de formă cilindrică, construite cu pietre sub suprafața solului, cu diametre cuprinse între 1,5 și 7,0 m și adâncimi cuprinse între 2,5 și 5,0 m. Stratul de tencuială hidraulică utilizat, împiedica pierderile de apă prin fundul și pereții cisternelor.

Unul dintre cele mai vechi rezervoare de apă minoice, a fost găsit în centrul unui complex de case la Chamaizi, care datează de la al treilea la cel de-al doilea mileniu î.Hr. Acesta este un complex de case pre-palatale, construit în timpul perioadei minoice timpurii de mijloc în anii încheierii celui de-al treilea și începutul celui de-al doilea mileniu î.Hr. Camerele casei au fost grupate în jurul unei mici curți deschise cu adâncime circulară, cu adâncime de 3,5 m și diametru de 1,5 m, căptușită cu zidărie în partea superioară [2].

În timpul erei elenice, necesitatea alimentării și depozitării apei a îmbunătățit construcția, tehnologice și igienice ale rezervoarelor din perioada respectivă, atât pentru uz public, cât și pentru uz casnic. Datorită metodei de achiziție a apei (recoltarea apei de ploaie), cele mai multe rezervoare din acea perioadă au fost alimentate prin scurgerile de precipitații, dar există mai multe exemple în care apa de izvor a fost stocată în rezervor, cum ar fi la sanctuarul Epidauros [2].

În interiorul așezărilor și siturilor fortificate din Creta clasică și elenică, din Marea Egee din insule și alte regiuni semi-aride ale continentului, în principal pe acropole, nu au existat izvoare nici fântâni adânci. Pentru a garanta alimentarea cu apă a locuitorilor, în special în cazul a asediilor, rezervoarele au fost construite pentru a colecta apa de ploaie în timpul sezonului de iarnă ploios.

Vechii greci au îmbunătățit tehnologia rezervoarelor Minoans și Mycenaean prin construirea de cisterne nu doar cu o secțiune transversală circulară, dar și cu secțiuni transversale rectangulare (de exemplu, la Lato, Dreros, Santorini, Amorgos și Delos). De asemenea, în spațiile cetății, rezervoarele au fost sculptate în piatră, fie integral, fie parțial, ca pe insula Rho [3].

În plus, față de rezervoarele de mici dimensiuni, multe dintre cele mai mari au fost excavate în fortărețele stâncoase. Câteva exemple păstrează forme mai obișnuite și mai bine proiectate, adică marele rezervor de apă de ploaie la Teatrul Delos. În plus, în vechea Eleutherna, a fost o cisternă de circa 1000 m³ construit în această perioadă. Alte exemple caracteristice ale rezervoarelor de apă dulce din acea perioadă, include un rezervor acoperit cu placă (fig. 1a, 1b) la Sanctuarul Heraion din Loutraki și rezervorul de apă pluvială în orașul elenistic Orraon.

La Orraon, o incintă a asigurat puritatea din apa colectată. Orraon a fost un oraș mic fortificat și, în ciuda faptului că este situat în cea mai rafinată parte a continentului elenistic, rezervorul a fost construit pe un deal stâncos, așa că au existat resurse limitate de apă în interiorul fortificației sale. Prin urmare, colectarea apei de ploaie a fost cea mai rezonabilă soluție [4].



1(a)

1(b)

Fig.1: (a) Cisternă acoperită cu plăci din Sanctuarul Heraion din Loutraki Attika;
(b) Cisternă publică în aer liber la Orraon (grafică realizată de G. Antoniu).

Este important de menționat că existența unui rezervor nu are nicio legătură cu utilizarea clădirii care a fost construit deasupra lui; rezervoarele se găsesc la fel de des și în clădirile publice și private, dar și sub temple și teatre. Calitatea prelucrării acestor rezervoare de apă este admirabilă, un punct foarte important fiind calitatea tencuiei utilizate pentru acoperirea interiorului. Utilizarea de Theran, solul ca ingredient al tencuiei, cu conținutul ridicat de oxid de siliciu, a dat un grad ridicat la tencuiala de impermeabilitate. Nu este întâmplător faptul că rezervoarele care păstrează acoperirea lor până în prezent, au și-au menținut capacitatea de stocare a apei.

În timpul perioadelor clasice și elenistice, cetățile au fost construite pe vârful dealurilor unde nu erau nici izvoare, nici puțuri adânci. Pentru a garanta alimentarea cu apă a locuitorilor, în special în cazul unui asediu, au fost construite rezervoare pentru colectarea apei de ploaie în timpul sezonului de iarnă ploios. În perioada elenistică, tehnologia rezervoarelor s-a îmbunătățit prin construirea nu numai de cisterne în formă circulară, ci și cisterne cu formă dreptunghiulară. De asemenea, în zonele cetăților ce se aflau ridicate pe zone stâncoase, rezervoarele de apă au fost sculptate în roci. Exemple bune sunt rezervoarele sculptate de la Polrrhenia, în partea de vest din Creta, care au fost construite pe un deal înalt (peste 400 m altitudine). Estimat, mărimea acestor rezervoare este de 10 m³. În plus față de cele sculptate, pereții acestor rezervoare au fost acoperiți cu tencuială impermeabilă și prevăzute și cu o scară care duce în jos până la partea inferioară a rezervorului. Acest rezervor, era cel mai probabil cisterna publică a orașului. Zona rezervorului de apă este de 27,56 m², iar adâncimea este de aproximativ 6 m. A fost inițial un rezervor acoperit cu două coloane Dorice [5].

Romanii au folosit în mare măsură rezervoarele de apă care devin mult mai avansate din punct de vedere tehnologic. Orașul Pompei avea un sistem vast de distribuție a apei, incluzând atât apeductul apă cât și apă de puț. Acoperișurile de la case colectau apă de ploaie care ulterior treceau prin țevi de teracotă până la

rezervor în care apa era depozitată pentru uz casnic. În Pompei, apeductul și apa au fost contaminate de vulcan, necesitând utilizarea rezervoarelor pentru apa potabilă. Un desen ilustrând un rezervor de apă roman este furnizat de de Aqua Marcia lângă Villa Vignacce în afara Romei. (fig. 2) De asemenea, o vedere interioară a unui rezervor de apă roman cu trei aripi este descoperit în orașul antic Aptera, Chania (cu un volum de aproximativ 3000 m^3) [6].

O comparație a rezervoarelor romane cu cele grecești este ilustrat și în imagini, rezervoarele romane având un volum mult mai mare, acestea putând alimenta băile romane.

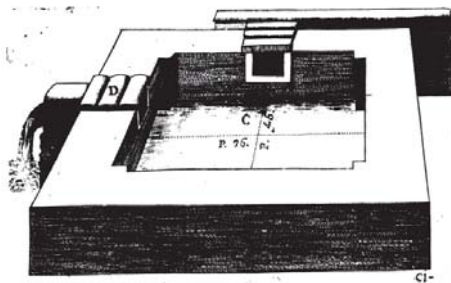


Fig. 2: Cisternă romană în orașul antic Aptera, Chania, Creta: Desenarea rezervorului realizat de Raffaele Fabretti

După declinul Imperiului Roman, sistemele de alimentare cu apă au cunoscut schimbări fundamentale. Orașele medievale din Europa de Vest, precum și castelele și mănăstirile aveau propriile fântâni, cisterne sau rezervoare [7]. Pe de altă parte, partea estică a imperiului a păstrat câteva secole tradiția romană, implementată în cea mai mare parte pe sistemul de alimentare cu apă din Constantinopol și alte centre importante din estul Mediteranei. Această tradiție a scăzut încet peste secole, dar unele dintre tehnicile care au supraviețuit au fost încorporate în clădirile otomane și au fost îmbunătățite prin punerea în aplicare a arcurilor gotice, o altă invenție a tehnologiei pentru această eră.

Ingineria avansată a Europei Occidentale, a contribuit la evoluția tehnologiei rezervoarelor de apă, încorporând arcul gotic în construcție. Tradiția romană relevantă care a supraviețuit a fost aplicată sistemului de apă al orașului Constantinopol. Sistemul include apeducte care au furnizat apă rezervoarelor acoperite, dar și cisterne în aer liber care au fost alimentate de apa de ploaie, cum ar fi Xerokipion ("gradina uscată") și Aetius. În Constantinopol, au fost construite cel puțin 36 de astfel de cisterne.

De pildă, rezervorul de apă Cisterna, sau „Yerebatan Sarayi” în turcă, este cea mai mare cisternă cunoscută ($140 \text{ m} \times 70 \text{ m}$ și capabil să dețină 80.000 m^3). Acest rezervor, este o cisternă subterană, cu 336 de coloane din marmură, fiecare având o înălțime de 9 m. Coloanele sunt aranjate în 12 rânduri cu 38 coloane, distanțate la o

distanță de 4,9 m. Bazinul Cisterna a fost construit sub Bazilica Stoa, care a fost o mare piață publică pe primul deal al Constantinopolului, în timpul domniei împăratului Iustinian al I-lea în al 6-lea secol. Apa a fost livrată cisternei printr-un apeduct din izvoare din Marmara [8].

O tehnică remarcabilă aplicată în Veneția au fost rezervoarele de apă bine filtrată care sau răspândit în jurul unor părți ale Europei în timpul perioadei venețiene. Astfel, în teritoriile din estul Mediteranei, recoltarea apei de ploaie și stocarea apei au fost, de asemenea, îmbunătățite prin punerea în aplicare a tehnicilor avansate. Veneția nu a avut niciodată izvoare: astfel, în trecut, apa de băut trebuia să fie obținută din ploaie. Pentru a o colecta, venețienii au săpat mari rezervoare, cu o adâncime de 5 sau 6 metri - pe terenuri mari (de obicei câmpi sau campielli). Partea inferioară a rezervorului era umplută cu lut impermeabil și utilizau mai multe straturi de nisip de râu foarte fin, pentru a crea un fel de filtru. Suprafața rezervorului era acoperită cu așa-numita “piatra d’istria”, pentru a crea trotuarul pieței. În acest trotuar erau construite de obicei patru canale - pentru a colecta apa - și fântâna de suprafață.

Suprafețele de scurgere extinse și bine articulate ale rezervoarelor de apă de la Monemvasia, datează din perioada post-bizantină și sunt exemple caracteristice. Rezervoarele de apă de ploaie erau prevăzute cu două bolți sub extinderea sudică a bisericii bizantine Aghia Sofia și urmau o tradiție tipică bizantină a cisternelor sub biserici. Îmbunătățirea tehnologiei din acea perioadă a permis chiar ridicarea unor rezervoare bine articulate în insule izolate precum Amorgos. În plus, este probabil că situația financiară și capacitățile statelor occidentale au dus la construirea a numeroase cisterne publice împreună cu cele domestice. Mai mult, creșterea atelierelor de diferite tipuri în această perioadă a crescut nevoia de apă, și, prin urmare, construcția de cisterne rezervoare.

Apa a fost atât de importantă pentru islam, încât în perioada otomană (circa 1669-1898) au existat rezervoare de apă în fiecare moschee. Hamams, denumite și băi turcești, au jucat un rol important în cultura otomană și au servit drept locuri de adunare socială, curățare rituală, arhitectură, structuri, institute etc. Curățirea corpului simbolizează curățirea sufletului conform Coranului. Hamamul este o instituție otomană foarte veche și a fost înființată în toate regiunile Imperiului Otoman. În urma tradiției foarte vechi a musulmanilor, alimentarea cu apă a hamamurilor și a fântânilor s-a făcut prin lucrări hidrotehnice majore dezvoltate în perioada otomană. Pe de altă parte, rolul cisternelor rezervoare din Istanbul, a scăzut în timpul perioadei otomane datorită sistemelor centralizate de apă, dar au continuat în zone îndepărtate care nu sunt deservite de sistemele de apă. În această perioadă, contrar planului dreptunghiular al rezervoarelor bizantine, au apărut cisterne circulare în mediul rural. Un număr mare de aceste cisterne, au fost găsite în sud-vestul Anatoliei, datând din secolul al XVI-lea și a servit scopurile logisticii militare a armatei otomane.

Sunt de aproximativ 7 m în diametru, constând dintr-un acoperiș cu arc, cu o înălțime de aproximativ o treime din diametrul suprastructurii, de 1 până la 2 m înălțime și o substructură de câțiva metri în adâncime, cu scări coborând la partea inferioară a cisternei. Multe dintre aceste cisterne sunt încă în uz astăzi pentru alimentarea cu apă a animalelor dar și pentru utilizarea apei potabile.

În Antalya sunt aproximativ 110 de rezervoare de apă care au fost amplasate cu următoarele construcții: cisterne cu puțuri, puțuri de cisternă cu scări, cisterne cu acoperișuri gable și cisterne cu bolți/cupole. Aceste cisterne au fost produse de migrația nomadă din zona Antalyei [9]. Cisternele au fost tencuite în exterior cu un mortar de tip khorasan. Fortificațiile construite sau reformate de către otomani în secolele XVI și XVII au fost prevăzute cu suficiente rezervoare pentru nevoile populației care trăiesc în incintă. O altă caracteristică este că aceste rezervoare au fost alimentate cu apă de la apeducte, care transportau apa de la izvorul din vecinătate și un altul mult mai îndepărtat.

La mijlocul și sfârșitul secolului al XIX-lea, cisternele de distribuție au reprezentat eforturile tehnologice ce îndeplinesc nevoile emergente ale aprovizionării cu apă, combinate cu rețelele de apă potabilă în expansiune. Aceste rețelele au cerut, de asemenea, o presiune esențială a apei pentru clădirile cu mai multe etaje. În această perioadă, mai multe rezervoare de apă au fost construite pe locuri deluroase ale orașelor pentru a se asigura nu numai cantitatea necesară a apei, dar și presiunea la robinet.

Primele exemple din acea epocă au pus în practică mai ales tehnologiile istorice. Aplicarea treptată a utilizării materialelor din beton armat a furnizat cea mai potrivită tehnică și material pentru cisterne rezervoarele de apă aproape în întreaga lume, stabilind o abordare internațională în acest domeniu.

Înțelepciunea civilizațiilor străvechi trebuie repusă în practică prin conștientizarea, întreprinderea de cercetare politică și lobby pentru a aduce schimbările necesare în politică, astfel încât managementul calității apei să devină descentralizat și, ulterior, să crească disponibilitatea apei prin tehnologii care să asigure calitatea apei. Din momentul apariției civilizațiilor foarte timpurii, oamenii din regiuni aride și semi-aride s-au bazat pe recoltarea scurgerilor de precipitații și depozitarea apei în cisterne. Evoluția sistemelor de recoltare a apelor pluviale pentru creșterea consumului de apă, eficiența și efortul continuu de păstrare a mediului pentru o dezvoltare durabilă a fost prezentate și discutate în această lucrare.

Începând cu secolul XXI, resursele de apă potabilă, vor fi necesare în multe locații răspunzând nevoilor în creștere ale populației și incertitudinile și consecințele schimbărilor climatice. Schimbările demografice reprezintă cele mai importante provocări pentru asigurarea calității apei și viitorul nostru de astăzi ne solicită această provocare.

Ceea ce putem învăța de la tehnologia utilizată de inginerii antici, folosind cunoștințele tradiționale, ar putea fi un factor semnificativ de rezolvare a nevoilor noastre de apă, în special pentru dezvoltarea și asigurarea apei potabile în anumite zone ale lumii.

Prin urmare, există o mare nevoie de implementare a unui sistem nou, durabil și rentabil în instalațiile de alimentare cu apă și canalizare, în special în orașele din țările în curs de dezvoltare dar și în statele dezvoltate în care nevoia de apă este acută și această problemă trebuie luată serios în considerare. Domeniul de aplicare al acestei lucrări nu este o prezentare exhaustivă a tuturor cunoștințelor despre cisterne în ansamblul lor istoric. Unele rezervoare de apă, caracteristice în diferite perioade au fost prezentate cronologic extinzându-se până în epoca modernă. Exemplele istorice ale tehnologiilor cisternelor prezentate în această lucrare poate avea chiar o mare importanță pentru ingineria de apă de astăzi.

2. Calitatea apei și problema deficitului de apă în EAU

Apa este una dintre cele mai vitale resurse naturale și esențială pentru supraviețuirea tuturor organismelor vii; esențială pentru agricultură, uz casnic (inclusiv băuturi, gătit și igienă), contribuția industrială, turism și cultură și susținerea ecosistemelor pământului.

Mediul, economia și dezvoltarea oricărei țări sunt influențate în mod semnificativ de variațiile regionale și sezoniere ale cantității și calității disponibile a apelor subterane și de suprafață. În ultimul timp, a devenit tot mai clar că prosperitatea umană și perspectivele de supraviețuire variază în funcție de cantitatea și distribuția de apă proaspătă, nepoluată.

Acest capitol, analizează deficitul de apă și disponibilitatea ei în Golful / Peninsula Arabică și evaluează consecințele socio-economice ale creșterii rapide a populației, ale tarifului de apă subvenționat puternic în regiune și schimbărilor climatice legate de deficitul de apă.

Caracteristica-cheie a resurselor de apă dulce din lume este distribuția și variabilitatea spațială și temporară inegală, care este dictată în mare măsură de climă: cu condiții variind de la deșerturile aride, fără aproape niciun precipitat, până la cele mai umiditate regiuni, care pot primi sute de milimetri de precipitații an. Disponibilitatea resurselor de apă, în totalitate și pe cap de locuitor, variază, prin urmare, considerabil între și în interiorul țărilor și regiunilor. În regiunile aride, resursele de apă dulce pot fi uneori limitate în măsura în care cererea de apă poate fi satisfăcută doar prin depășirea utilizării durabile. Într-adevăr, condițiile climatice determină ca unele regiuni să primească precipitații abundente și altele să fie zone uscate / aride, influențând astfel disponibilitatea resurselor de apă. În țările din regiunile tropicale și temperate, din cauza precipitațiilor suficiente, volumul abundent de apă este disponibil pentru fiecare persoană anual. Pe de altă parte, există o lipsă acută de resurse de apă în regiunile uscate în zonele climatice

aride și semi-aride. În ultimul grup de țări, disponibilitatea medie a apei este extrem de redusă.

Securitatea apelor reprezintă "disponibilitatea și accesul la apă suficientă în cantitate și calitate, pentru a satisface nevoile de sănătate, mijloacele de subsistență, ecosistem și producție ale populațiilor, împreună cu un nivel acceptabil de risc asociat apei".

În acest moment, Emiratele Arabe Unite (EAU), ca toate țările peninsulei arabe, se confruntă cu o mulțime de provocări legate de gestionarea apei, și anume: lipsa rezervelor de apă subterană, costul ridicat de producere a apei potabile și colectarea și limitarea epurării a apelor uzate. Odată cu creșterea anuală a cererii de apă în EAU, infrastructura de apă a țării este sub presiune semnificativă. Există o nevoie tot mai mare de a investi în noi infrastructuri pentru a răspunde cererii actuale și pentru a evita deficiențele viitoare. Cu toate acestea, reducerile bugetare obligatorii, ca urmare a scăderii veniturilor guvernamentale din cauza prețurilor scăzute ale petrolului, au afectat proiectele existente și viitoare.

Un studiu nou, nepublicat al Agenției de Mediu Abu Dhabi (AMAD), Mediu 2030, previzionează că apa subterană din sistemele de acvifer vor fi epuizate în cincizeci de ani dacă nu se iau măsuri de atenuare. Pentru a rezolva această problemă, guvernul a început să utilizeze ape reziduale pentru a spori eficiența utilizării apei în irigare.

EAU este una dintre cele mai mari consumatori de apă pe cap de locuitor în lume (5 litri pe zi). În aceste condiții, guvernul depune eforturi pentru a reduce cererea de apă, prin educarea tinerilor, prin reducerea costurilor, prin eliminarea subvențiilor, prin investirea în noi tehnologii pentru producerea eficientă a apei desalinizate și prin stocarea apei în acvifere. Ca sursă principală a EAU, apa potabilă, capacitatea de desalinizare este de așteptat să crească în mod constant în următorii câțiva ani, contribuind cu 96,5% din totalul producției de apă până în 2019, potrivit cifrelor publicate în rapoartele industriale BMI 2017. Până în 2019, producția totală este de așteptat să atingă 2,19 miliarde de metri cubi de apă (în creștere cu 205 milioane față de 2017 prin proiecții de producție).

Apa subterană reprezintă 44% din totalul resurselor de apă utilizate. A existat o scădere semnificativă a nivelului apei subterane de aproximativ 10 metri pe decadă până la mijlocul anilor 1990 și de 70 de metri de atunci până acum. EAU utilizează în prezent rezervele de apă subterană de peste 20 de ori mai rapid decât pot fi reîncărcate.

Subiectul calității surselor de apă subterană este unul complicat, cu numeroase influențe, de origine naturală și umană. În afară de faptul că frecvent este mai accesibilă (forarea unei ape în apropierea unei instalații este adesea mai convenabilă decât cea a conductelor din apele de suprafață dintr-o locație îndepărtată), apa subterană este în mod obișnuit aleasă, deoarece nivelul său natural de calitate necesită un tratament mai mic pentru a asigura un consum sigur pentru

populație. Multe ape subterane, beneficiază de tratament pentru a elimina conținutul cum ar fi metalele și arseniul care prezintă riscuri pe termen lung pentru sănătate.

Sectorul agricol este cel mai mare consumator de apă, reprezentând 34% din consumul total de apă. Este, de asemenea, unul dintre principalii factori care contribuie la deteriorarea calității apei, datorită abstractizării excesive a apei pentru agricultură și ca rezultat a salinității crescute și a substanțelor chimice.

Fluxul de întoarcere de la irigare la rezervorul de apă subteran este estimat la o medie de 25% din aplicația brută a apei. Deși acest flux de returnare a irigației crește reîncărcarea cu apă subterană, aceasta diminuează calitatea apei. Apa subterană a fost și este încă una dintre principalele surse de apă din Emiratele Arabe Unite, însă datorită expansiunii rapide, în principal în zonele agricole, au apărut două probleme majore de mediu: 1) asupra abstractizării apelor subterane pentru agricultură, care a cauzat o scădere bruscă a nivelului apei în acviferele de apă dulce; 2) intruziunea apei sărate din mare în zonele de coastă (lângă Sabkha) în acvifere de apă dulce de mică adâncime.

În timp ce rata de acoperire a serviciilor de salubritate de bază pare a fi destul de ridicată, o parte destul de mare a țării este acoperită de instalații de salubritate la fața locului, cum ar fi rezervoarele septice și gazele care nu pot asigura măsuri adecvate de control al poluării apei în zonele cu populație înaltă. Apa reziduală municipală din centrele urbane este evacuată fie în mare pentru orașele de coastă, fie în canalele aluvionare pentru orașele și orașele interioare. În zonele rurale, rezervoarele septice și haldele septice construite necorespunzător și care nu au fost bine întreținute, au dus la contaminarea alimentării cu apă. Ca urmare, acviferele superficiale sunt poluate de utilizarea concentrată a sistemelor septice în unele zone, dând naștere unor niveluri ridicate de nitrați în rezervele de apă subterană de mică adâncime. În plus, salinizarea solului care rezultă din deteriorarea calității apelor subterane utilizate în irigare a dus la o reducere generală a terenurilor cultivate. Problemele de salubritate a apei cresc cu o rată ridicată, subliniind necesitatea urgentă de a studia cerințele de drenare atât pentru zonele agricole cât și pentru zonele de amenajare a teritoriului și pentru a convinge fermierii / utilizatorii, de necesitatea unor instalații adecvate de drenare.

Poluarea apelor subterane este cauzată de mai mulți factori. Cel mai important este pomparea din puțuri. Alți factori includ intruziunea apei de mare, revenirea la irigare și aplicarea de substanțe chimice, ratele de evaporare ridicate și efluenții lichizi din rezervoarele septice. Extracția apelor subterane dincolo de nivelurile de randament sigur a condus, de asemenea, la poluarea acviferelor de apă subterană existente. Acest lucru se datorează intruziunii de apă marină și a apelor submersibile și apei salină din straturile acvifere inferioare. Multe puțuri au fost abandonate ca urmare a intruziunii cu apă de mare.

Unitățile de desalinizare consumă cantități mari de energie. Costurile de capital și cerințele de spațiu sunt, de asemenea, relativ ridicate. Există multe potențiale efecte negative asupra mediului ale instalațiilor de desalinizare, cum ar fi efectul negativ asupra utilizării terenurilor, deoarece cele mai multe fabrici sunt situate în apropierea țărmului, care servesc ca locații pentru uzine industriale și pentru stații de pompare, mai degrabă decât pentru recreere și turism. O altă considerație este impactul fonic al instalațiilor de desalinizare, în special dacă se află în apropierea unor zone populate sau turistice. Dacă o instalație de desalinizare este construită în interiorul țării, atunci orice scurgere din conducte poate duce la pătrunderea apei sărate în acvifer. În plus, există efecte negative asupra mediului marin din cauza soluției saline respinse.

Orice substanțe chimice adăugate la procesul de desalinizare pentru a reduce scara (depunerea particulelor pe o membrană, cauzând o conectare) și coroziunea ar putea fi evacuate în acele corpuri de apă, afectând negativ biodiversitatea marină. De asemenea, instalațiile de desalinizare a apei potabile se pot confrunta, de asemenea, cu provocări majore în ceea ce privește eliminarea deversărilor saramurilor într-un mod sigur și care implică costuri mari de tratament.

Apa devine o resursă strategică, limitată în Peninsula Arabică, care necesită o atenție deosebită. Problemele și preocupările legate de apă nu sunt noi, dar acum ele devin din ce în ce mai evidente și internaționalizate din cauza interdependenței globale. Creșterea rapidă a populației și consumul de apă nesustenabil au accentuat deficitul de apă în U.A.E. și Peninsula Arabică. În timp ce factorii naturali, cum ar fi secetele intermitente și rezervele limitate de apă dulce pot provoca deficit, creșterea înaltă a populației impune presiuni suplimentare. În ultimele decenii, creșterea rapidă a populației, consumul de apă nesustenabil, împreună cu expansiunea agricolă, a sporit semnificativ cererea pentru resursele de apă subterană.

Sectorul agricol este mult mai solicitant în ceea ce privește retragerea apei în comparație cu orice alt sector. În multe țări din regiune, consumul de apă din agricultură este destul de ridicat, reprezentând mai mult de 70% din consumul total de apă. Creșterea mare a cererii de apă, cu puțină reîncărcare, a determinat tensiuni ale apei subterane, ceea ce a dus la scăderea nivelului apei și deteriorarea calității apelor subterane. Scăderea bruscă a măsurilor de apă subterană observată în majoritatea zonelor din ultimii ani este determinată în mod concret de pomparea apei din pușină, ceea ce depășește confirmarea reîncărcării naturale. Ca rezultat, nivelul mediu al apei, de exemplu, a scăzut.

Cerințele de apă vor continua să crească, datorită creșterii populației, precum și creșterii economice. Țările bogate în petrol din Peninsula Arabică au scheme de desalinizare mari pentru a ajuta la atenuarea stresului la apă. În E.A.U., aproximativ 70% din apa potabilă este furnizată prin intermediul instalațiilor de desalinizare.

Cu o creștere a cererii anticipate și a efectelor schimbărilor climatice, există o criză a apei în regiune, dacă ratele actuale de consum continuă să fie nesatisfăcătoare. Țările peninsulei arabe, se află într-o situație critică în ceea ce privește gestionarea durabilă a resurselor de apă și financiare și asigurarea dezvoltării echilibrate a condițiilor economice, sociale și de mediu pentru cetățenii și generațiile viitoare.

Este timpul să ne confruntăm în mod direct cu problemele critice care afectează sectorul apei și să găsim soluții adecvate pentru a echilibra provocările majore care vor apărea, în special în ceea ce privește susținerea resurselor acvifer vulnerabile, satisfacerea rapidă a cererilor de apă în toate sectoarele și utilizarea optimă a veniturile din petrol.

3. Concluzii

Îmbunătățirea calității apei va fi cu siguranță reflectată pozitiv în calitatea vieții. Tehnologia de proiectare propusă pentru noua tehnologie a rezervoarele de apă va duce la îmbunătățirea calității apei.

Un rezumat al noii tehnologii conține următoarele:

1. Rezervorul de apă trebuie prevăzut cu un strat interior special de ceramică / argilă ceramică.
2. Forma rezervorului trebuie să fie intern fără unghiuri ascuțite, iar traseul punctului de descărcare / alimentare trebuie să fie cu coturi mici.
3. La punctul de evacuare al rezervorului se va asigura un echipament special pentru integrarea apei magnetice în apă.

În plus, noua tehnologie propusă pentru rezervoarele de apă implică un design nou al rezervoarelor, o nouă formă, materiale noi de finisare, un concept nou pentru detaliile de intrare și ieșire, precum și un mediu ecologic.

În cele din urmă, sper că tehnologia propusă va reduce la minimum consumul de apă de aproximativ 20% pentru toate utilizările.

Bibliografie

1. Roberts, N. Water Conservation in Ancient Arabia. In Proceedings of the Seminar for Arabian Studies, Middle East Centre, Cambridge, UK, 12–14 July 1976; Archaeopress: Oxford, UK, 1977; Volume 7, pp. 134–146.
2. Davaras, C. The Oval House at Chamaizi Reconsidered. In Athens Annals of Archaeology 5; Hellenic Ministry of Culture—Archaeological Receipts fund: Athens, Greece, 1972; pp. 283–288.
3. Antoniou, G.P. The Architecture of the Fortress on the Island of Rho in Dodecanes. In The Architecture of Fortifications in the Aegean and the Medieval Settlement of Anavatos of Chios; Kavadia, A., Damoulos, P., Eds.; Committee for the Preservation of Anavatos: Chios, Greece, 2012; pp. 91–104.

4. Antoniou, G.; Xarchakou, R.; Angelakis, A.N. Water Cistern Systems in Greece from Minoan to Hellenistic Period. In Proceedings of 1st IWA International Symposium on Water and Wastewater Technologies in Ancient Civilizations, National Foundation for Agricultural Research, Institute of Iraklion, Iraklion, Greece, 28–30 October 2006; Angelakis, A.N., Koutsoyiannis, D., Eds.; pp. 463–468.
5. Myers, W.J.; Myers, E.E.; Cadogan, G. The Aerial Atlas of Ancient Crete; University of California Press: Berkeley, CA, USA, 1992.
6. Fabretti, R. De Aquis Et Aquaeductibus Veteris Romae; Typis Ioannis Baptistae: Rome, Italy, 1680.
7. Antoniou, G.P. Ancient Greek Lavatories: Operation with Reused Water. In Ancient Water Technologies; Mays, L.M., Ed.; Springer: Dordrecht, The Netherlands, 2010.
8. Ciniç, N. Yerebatan Cistern and Other Cisterns of Istanbul; Duru Basim Ltd.: Istanbul, Turkey, 2003. Available online: <http://www.khas.edu.tr/contents.php?cid=299> (accessed on 12 April 2006).
9. Ozis, U. Ancient Water Works in Anatolia. In Water Resources Development; Butterworth & Co. Ltd: Belfast, Ireland, 1987.

Determinarea nivelului de zgomot generat de vehiculele grele pe drumurile naționale principale care tranzitează municipiul Iași

Paraschiv Liliana (Fronea),

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

Rezumat

În cadrul cercetării se va aborda problematica foarte actuală a poluării fonice. Se va determina nivelul de zgomot actual generat de vehiculele grele, pe trasee ale străzilor din municipiul Iași care se suprapun pe drumurile naționale ce tranzitează municipiul Iași. Se vor efectua măsurători cu ajutorul sonometrelor. Obiectivul principal al cercetării va fi identificarea unor măsuri și soluții prioritare în vederea diminuării și limitării nivelului de zgomot generat de vehiculele grele, pe trasee ale străzilor din municipiul Iași, pe care acesta se desfășoară.

Cuvinte cheie: zgomot, poluare fonică, vehicule grele

1. INTRODUCERE

Poluarea fonică reprezintă o preocupare actuală la nivel european, astfel legislația europeană a elaborat principii de stabilire a zonelor poluate fonic, precum și măsuri de reducere a acesteia. Poluarea fonică este în creștere ca urmare a modernizării industriei, a creșterii demografice și respectiv a necesităților de transport. Poluarea fonică constituie un factor de risc pentru sănătatea oamenilor în contextul modernizării accentuate și sporirii capacității de circulație a străzilor prin reducerea sau chiar renunțarea la spațiul verde adiacent – ecrane naturale.

Zgomotul poate fi definit ca sunetul pe care omul îl percepe ca fiind deranjant. Altfel spus, zgomotul este sunetul care depășește anumite limite umane acceptabile. Zgomotul produce efecte negative asupra oamenilor, afectând în timp sănătatea acestora, generând diverse afecțiuni nu numai ale auzului ci și prin dereglarea mecanismelor de coordonare ale sistemului nervos central.

Conform legislației, sursele majore generatoare de zgomot în oraș sunt: traficul rutier, traficul feroviar (tren, tramvai), traficul aerian precum și activitățile industriale. Zgomotul cu o pondere semnificativă este generat în activitățile derulate de oameni și implicit de vehiculele pe care le folosesc în scopul deplasării și transportului de mărfuri.

2. METODOLOGIA CERCETĂRII

2.1. Stadiul actual

La nivel european problematica poluării fonice se află, ca parte a protecției populației împotriva zgomotului, în atenția autorităților.

Aderarea României la Uniunea Europeană a necesitat alinierea legislației în domeniu. În țara noastră această problemă este monitorizată și controlată de către Ministerul Mediului și Schimbărilor Climatice prin Agenția Națională pentru Protecția Mediului, iar la nivelul municipiului Iași de către Agenția pentru Protecția Mediului Iași.

Prin grija Primăriei Municipiului Iași în calitate de autoritate responsabilă de întocmirea hărților de zgomot și trasarea planurilor de acțiune s-au întocmit hărți de zgomot pentru fiecare sursă de zgomot. Aceste hărți au pus în evidență numărul de persoane care locuiesc pe străzile expuse unui nivel de zgomot peste limita admisă, precum și cele mai afectate străzi și clădiri, expuse la valori peste limita admisă a zgomotului.

Pe baza acestor hărți de zgomot s-a întocmit Raportul final al Planurilor de acțiune destinate gestionării zgomotului și reducerii zgomotului în municipiul Iași, elaborat de Incertrans S. A.- contract: nr. 106207/15.11.2013, prin care s-au propus o serie de măsuri.

Măsurile propuse pe care autoritățile le pot întreprinde în domeniul lor de competență pot fi conform raportului final după cum urmează: planificarea traficului; amenajarea teritoriului; măsuri tehnice la nivelul surselor de zgomot; alegerea surselor mai silențioase; măsuri de reducere a transducerii zgomotului; introducerea, după caz, a pârgărilor economice stimulative care să încurajeze diminuarea sau menținerea valorilor nivelurilor de zgomot sub maximele permise.

2.2. Metode de calcul și instrumente folosite

În cadrul cercetării se va aborda problematica foarte actuală a poluării fonice.

Se va determina nivelul de zgomot actual generat de vehiculele grele, pe trasee ale străzilor din municipiul Iași care se suprapun peste drumurile naționale ce tranzitează municipiul Iași. Se vor efectua măsurători cu ajutorul sonometrelor (Fig.1).

Etapile de realizare a cercetării vor consta în: culegerea datelor de intrare, descrierea stadiului și situației existente, analiza efectelor proiectelor implementate propuse prin harta de zgomot și raportul final al planurilor de acțiune elaborate

anterior, analiza evoluției traficului greu pe baza studiilor de trafic și de circulație existente, analiza surselor de zgomot, efectuarea de măsurători, centralizare, prelucrare, analiză și propunerea unui set de măsuri și soluții.



Fig. 1. Tipuri de sonometre

Pentru cercetarea propusă se vor prelua și culege date și informații necesare pentru cartarea zgomotului. Se va realiza o analiză a tramei stradale tranzitate de vehiculele grele cu caracteristicile ei, a traficului greu și a tipurilor de vehicule. Toate datele de intrare se vor prezenta în anexe sub formă grafică și tabelar.

Sonometrul este un instrument de măsurare a nivelului presiunii acustice (sunete pure sau sunete complexe, zgomote), compus dintr-un microfon direcțional sau de ambianță, un amplificator, un voltmetru gradat în decibeli și eventual un filtru trece-banda, în general de octavă sau de treime de octavă.

Rezultatele măsurătorilor se vor centraliza tabelar, pe străzi, în funcție de perioada din zi (zi – seara – noapte) și intervalul orar de înregistrare (7-19 / 19-23 / 23-07).

Prelucrarea datelor obținute se va face prin metode de calcul. Pentru analiză se vor folosi indicatorii de zgomot:

- indicatorul L_{zsn} , (Lb. engleză - L_{den}) - nivelul de zgomot zi-seară-noapte, exprimat în decibeli,
- L_{zi} – nivelul de presiune sonoră, ponderat A, în interval lung de timp, conform definiției din SR ISO 1996-2:1995, determinat pe suma perioadelor de zi dintr-un an și este asociat disconfortului din timpul zilei;
- L_{seara} – nivelul de presiune sonoră, ponderat A, în interval lung de timp, conform definiției din SR ISO 1996-2:1995, determinat pe suma perioadelor de seară dintr-un an și este asociat disconfortului din timpul serii;

- L_{seara} – nivelul de presiune sonoră, ponderat A, în interval lung de timp, conform definiției din SR ISO 1996-2:1995, determinat pe suma perioadelor de noapte dintr-un an și este asociat disconfortului din timpul nopții.

Se vor avea în vedere limitele maxime de 70 dB(A) pentru traficul rutier, pentru o perioadă medie de 24 de ore (indicatorul Lzsn) și 60 dB(A) pentru perioada medie de noapte (Ln), respectiv 65 dB(A) (Lzsn).

În vederea diminuării zgomotului generat de traficul rutier în general sunt două direcții principale de acțiune și anume: reducerea activă a zgomotului și reducerea pasivă a zgomotului.

Pentru reducerea activă a zgomotului trebuie intervenit chiar la sursa de zgomot, iar pentru reducerea pasivă trebuie să se intervină în anumite puncte de observare prin amplasarea de obstacole la propagarea zgomotului generat.

3. REZULTATE CANTITATIVE, CALITATIVE ȘI INTERPRETĂRI

În urma măsurătorilor efectuate în cadrul cercetării se va evidenția nivelul de zgomot generat de traficul greu pe străzi din municipiul Iași al căror traseu se suprapune peste drumurile naționale care tranzitează municipiul.

Se va urmări identificarea acelor străzi tranzitate de vehicule grele care au nevoie de protecție fonică la zgomotul generat de vehiculele grele.

Pe baza unei analize temeinice, se va propune un set de soluții și măsuri eficiente care să conducă la diminuarea nivelului de zgomot pe străzile tranzitate de vehiculele grele.

Setul de soluții și măsuri ce vor fi propuse, pot constitui un instrument eficient de care să se țină cont la dezvoltarea urbanistică viitoare a municipiului. Pe baza rezultatelor obținute se poate propune o prioritizare a optimizării circulației traficului pe străzile respective și în anumite intersecții pentru a facilita un trafic fluent, eficient în condiții de siguranță și confort, precum și nodurile de trafic în care se propune amplasarea de panouri sau pereți anti-zgomot sau alte forme de protecție împotriva zgomotului.

4. CONCLUZII ȘI DEZVOLTĂRI ULTERIOARE

Zgomotul rezultat din traficul greu desfășurat pe străzile municipiului Iași care se suprapun peste traseele drumurilor naționale ce tranzitează municipiul Iași

influențează în mod decisiv caracteristicile stării de sănătate a populației și a productivității muncii, ducând la alterarea stării de sănătate a populației.

Așadar rezultă ca o necesitate majoră identificarea, pe baza unor măsurători actuale, străzilor care necesită luarea unor măsuri de protecție și îmbunătățirea continuă a soluțiilor care să contribuie la reducerea poluării fonice și care să corespundă cerinței de calitate: protecția împotriva zgomotului.

O direcție colaterală de cercetare o constituie optimizarea circulației traficului, prin amenajarea intersecțiilor pentru a facilita un trafic fluent, eficient în condiții de siguranță și confort.

O altă direcție de cercetare o poate constitui amplasarea de obstacole, la propagarea zgomotului generat, care să ducă astfel la reducerea pasivă a zgomotului, prin amplasarea de panouri anti – zgomot, înierbări și plantări de arbori, realizări de taluzuri înierbate.

Bibliografie

1. Directiva 2002/49/EC – referitoare la evaluarea și managementul zgomotului ambiental;
2. Directiva 2000/14/EEC – privind armonizarea legislației statelor membre referitoare la zgomotul emis de către echipamentele cu utilizare în exterior.
3. Harta de zgomot a municipiului Iași, beneficiar Primaria Iași, elaborată de Incertrans S.A.- contract: nr. 106207/15.11.2013
4. HG 321/2005 – privind evaluarea și gestionarea zgomotului ambiant;
5. Ordinul 3384 / 2013 pentru aprobarea reglementării tehnice ”Normativ privind acustica în construcții și zone urbane, indicativ C125-2013”.
6. Ordinul 678/2006 – elaborarea Ghidului privind adoptarea valorilor limita și a modului de aplicare a acestora;
7. Ordinul nr. 1830/2007 pentru aprobarea Ghidului privind realizarea, analizarea și evaluarea hărților strategice de zgomot (include și Monitorul Oficial al României, partea 1, nr.864bis. 2007)
8. Ordinul nr. 678-1344-915-1397 publicat în MO nr. 730/730 BIS din 25 august 2006, pentru aprobarea Ghidului privind metodele interimare de calcul al indicatorilor de zgomot pentru zgomotul produs de activitățile din zonele industriale, de traficul rutier, feroviar și aerian din vecinătatea aeroporturilor;
9. Ordinul nr. 152-558-1119-532/2008 din 13 februarie 2008, modificat, pentru aprobarea Ghidului privind adoptarea valorilor-limită și a modului de aplicare a acestora atunci când se elaborează planurile de acțiune, pentru indicatorii L(zsn) și L(noapte), în cazul zgomotului produs de traficul rutier pe drumurile principale și în aglomerări, traficul feroviar pe căile ferate principale și în aglomerări, traficul aerian pe aeroporturile mari și/sau urbane și pentru zgomotul produs în zonele din aglomerări unde se desfășoară activități industriale prevăzute în anexa nr. 1 la Ordonanța de urgență a Guvernului nr. 152/2005 privind prevenirea și controlul integrat al poluării, aprobată cu modificări și completări prin Legea nr. 84/2006
10. Ordinul nr. 831-1461 din 16 iulie 2008, al ministrului mediului și dezvoltării durabile și al ministrului sănătății publice privind înființarea comisiilor tehnice regionale pentru verificarea criteriilor utilizate la elaborarea planurilor de acțiune și analizarea acestora, precum și pentru aprobarea componenței și a regulamentului de organizare și funcționare ale acestora.
11. Raport final al Planurilor de acțiune destinate gestionării zgomotului și reducerii zgomotului în municipiul Iași elaborat de Incertrans S. A.- contract: nr. 106207/15.11.2013
12. STAS 1009/88 – Acustica urbană – limitele admisibile ale nivelului de zgomot;

13. SR ISO 1996-1/2008 – Acustica – Descrierea, măsurarea și evaluarea zgomotului din mediul ambiant. Partea 1: Mărimi fundamentale și metode de evaluare;
14. SR ISO 1996-2:2008 – Acustica. Descrierea, măsurarea și evaluarea zgomotului din mediul ambiant. Partea 2: Determinarea nivelurilor de zgomot din mediul ambiant
15. STAS 6161-1/2008 – Acustica în construcții – Măsurarea nivelului de zgomot în construcții civile;
16. STAS 6161-3/82 – Acustica în construcții – Determinarea nivelului de zgomot în localitățile urbane;
17. STAS 6156/86 – Acustica în construcții – Limite admisibile ale nivelului de zgomot echivalent din clădiri de locuit, tehnico-administrative și social cultural
18. <http://www.revistaconstrucțiilor.eu>

Studiu de caz privind logistica șantierelor de construcții din Iași, România

Petrescu Tudor-Cristian,

doctorand, Facultatea de Construcții și Instalații Iași, e-mail: tudor.petrescu@tuiasi.ro

Rezumat

În linii mari, organizarea din punct de vedere logistic a șantierelor de construcții presupune împărțirea sarcinilor în câteva categorii: procurarea materialelor, producția, inventarierea și transportul. Această perspectivă poate corespunde, de exemplu, cu organizarea de șantier a unei firme de execuție. Lucrarea de față propune un așa-numit “conținut-cadru” pentru evaluarea acestor categorii de sarcini pentru a putea stabili ulterior care este cel mai eficient tip de organizare internă a unei companii de construcții. De asemenea, un studiu de caz a fost realizat referitor la blocurile tip P+4, construite înainte de 1989 în Iași, România, cu scopul de a ilustra logistica șantierelor ce folosesc materiale obținute în regim de prefabricare.

Cuvinte cheie: logistică, materiale, producție, inventariere, transport, șantier, bloc

1. INTRODUCERE

Crearea unei legături între aspectele teoretice și cele practice legate de logistica șantierului de construcții reprezintă un aspect cheie al acestei lucrări. Cu alte cuvinte, se urmărește “translarea” în “realitatea” pe care o reprezintă șantierul a unor aspecte teoretice. Problema care trebuie, deci, analizată, o constituie măsurarea sau cuantificarea sarcinilor de pe șantier. (Yuhan Niu et. al, 2017)

2. METODOLOGIA CERCETĂRII

Unele sarcini pot fi măsurate cantitativ (obiectiv), în timp ce altele pot fi măsurate calitativ (subiectiv). După explicitarea acestor sarcini, se poate obține o imagine de ansamblu a șantierului care poate fi utilizată ulterior pentru optimizarea proceselor logistice (și nu numai) pe care o firma de construcții le utilizează pentru a duce o lucrare la bun sfârșit. Este important de reținut faptul că definirea sarcinilor a fost concepută pentru a fi utilizată precum un chestionar; astfel, acesta poate avea aplicabilitate directă în șantierul construcției.

3. CARACTERISTICILE EVALUĂRII

3.1. Surse de procurare a materialelor de construcții

3.1.1. Procurarea materialelor de constructii – Materialele de construcții pot fi obținute din surse locale sau prin intermediul importurilor. De asemenea, procurarea materialelor depinde și de resursele materiale ale țării în care se realizează lucrarea respectivă de construcții. Este de preferat ca importurile să fie folosite doar în cazul în care este nevoie de materiale care nu sunt disponibile local sau regional sau proiectul prevede materiale de anumite specificații și calități care nu pot fi obținute decât pe cale de import. Sursele de materiale pot varia în cantitatea și calitatea materiilor prime, lucruri care pot influența, în cele din urmă, performanța structurală a clădirii ce urmează a fi construită.

Procurarea materialelor de construcții se măsoară cantitativ (ex.: tone extrase/an, profit obținut din vânzarea acestora, diverse grade de calitate și specificații tehnice, preț).

3.1.2. Certificarea calității

Certificarea calității este, de obicei, asigurată de producător, în urma unor teste de laborator. De obicei, și executantul lucrării este obligat în a preleva eșantioane din materialele de construcții folosite și a le trimite la laboratoare independente de teste, pentru confirmarea calității acestora; rezultatele livrate de laboratoare trebuie să coincidă cu cele declarate de producător. În plus, toate materialele de construcții trebuie să fie certificate la nivel european, conform cu standardele ISO în vigoare.

Certificarea calității se măsoară cantitativ (ex.: rezistența la compresiune, rezistența la cicluri îngheț/dezgheț, rezistența termică etc.).

3.1.3. Gradul de prefabricare

Blocurile ceramice sunt un produs care, prin însuși natura sa, este prefabricat. În schimb, betonul, deși este un produs de stație (deci de fabrică), se consideră a fi prefabricat doar dacă este utilizat în obținerea elementelor prefabricate (ex.: grinzi, panouri etc.).

De aceea, gradul de prefabricare se poate măsura calitativ (ex.: prefabricare redusă, medie sau înaltă).

3.2. Mecanizarea

3.2.1. Procurarea mecanizării – Mecanizarea unui șantier poate fi deținută, împrumutată sau închiriată de către firma de construcții. În general, firmele mari de construcții dispun de mecanizare proprie, în timp ce firmele mici și mijlocii o închiriază sau o împrumută. Se poate face o distincție între așa-numita “mică mecanizare” (ex.: picamere, aparate de sudură) și “marea mecanizare” (ex.: excavatoare, macarale); o firmă poate avea sau nu aceste tipuri de mecanizări.

Procurarea mecanizării se poate măsura cantitativ (ex.: mărimea parcului auto, cheltuieli etc.).

3.2.2. Gradul de mecanizare

Gradul de mecanizare poate fi determinat ușor, prin intermediul programelor speciale pe PC (ex.: Primavera). Aceste pachete de softuri pot furniza tot felul de informații despre gradul de mecanizare, atâta timp cât datele de intrare sunt corecte. De reținut este faptul că “marea mecanizare” are o perioadă relativ redusă de utilizare raportat la timpul total de execuție al unui proiect.

Gradul de mecanizare se poate măsura cantitativ (ex.: gradul de utilizare al utilajelor, numărul de ore/zile de utilizare, diverse grafice etc.).

3.2.3. Parcul auto

Pot exista parcuri auto interne, de la cele simple până la parcuri auto complexe, cu o întreagă varietate de utilaje. Vehiculele pot fi împrumutate, închiriate sau cumpărate de la entități economice care au domeniul de activitate în acest sector.

Parcul auto se poate măsura cantitativ (ex.: mărime, numărul de vehicule, categorii de utilaje etc.).

3.3. Forța de muncă

3.3.1. Mărimea forței de muncă - Forța de muncă este organizată, de obicei, pe echipe. Numărul de muncitori poate varia foarte mult, în funcție de mărimea și complexitatea proiectului. Echipele sunt conduse de obicei de maiștri, care la rândul lor comunică cu inginerii. De asemenea, echipele pot fi împărțite pe categorii (ex.: tâmplari, sudori etc.).

Mărimea forței de muncă poate fi măsurată cantitativ (ex.: numărul de muncitori, numărul de echipe etc.).

3.3.2. Gradul de calificare a forței de muncă

Gradul de calificare a forței de muncă este de obicei reprezentat de certificatele pe care muncitorii le obțin, ca urmare a unei calificări într-o anumită meserie. Abilități practice pot fi dobândite și pe șantier. Totuși, există diferențe între muncitorii calificați în aceeași meserie; talentul, îndemânarea și experiența influențează rezultatul final al muncii lor.

Gradul de calificare a forței de muncă poate fi măsurat calitativ (ex.: calificare joasă/medie/înaltă).

3.3.3. Gradul de specializare

Există muncitori calificați într-un domeniu dar există și o minoritate de muncitori policalificați. Acest lucru este, în același timp, un plus și un minus, deoarece policalificarea este destul de dificilă, dar există un oarecare avantaj pe șantier, în sensul reducerii posibile a costurilor prin folosirea unei forțe de muncă mai reduse ca număr, dar în care se regăsesc persoane policalificate.

Gradul de specializare poate fi măsurat cantitativ (ex.: numărul de muncitori calificați și policalificați de pe un șantier).

3.4. Producția

3.4.1. Tipul de producție – Producția se desfășoară, de obicei, in-situ sau în fabrică. Bineînțeles, aceste tipuri de producții corespund cu sistemele constructive alese – construcție in-situ sau prefabricare.

Tipul de producție se poate măsura cantitativ (ex.: cifră de afaceri, profit, cheltuieli, buget, cantități de materiale utilizate etc.).

3.4.2. Modul de producție – producția se poate realiza în regie proprie, situație întâlnită în companiile mari de construcții; companiile mici și medii apelează la externalizare și la servicii de subcontractare.

Modul de producție se poate măsura cantitativ (ex.: devize de lucrări, plăți efectuate etc.).

3.5. Inventarul

3.5.1. Mărimea inventarului – Inventariile sunt în general constituite din diferite tipuri de resurse (ex.: materiale de construcții, mecanizare, materii prime etc.). De obicei, compania de construcții ține o evidență a ceea ce se află în inventar, iar șantierului îi sunt alocate resursele în funcție de necesități. Inventarele sunt, prin natura lor, dinamice.

Mărimea inventarului se poate măsura cantitativ (ex.: devize de lucrări, rapoarte de utilizare a resurselor etc.).

3.5.2. Locația inventarului

Inventarele sunt prezente, de obicei, în incinta șantierului și în incinta fabricii (în cazul elementelor prefabricate), dar pot exista și inventare intermediare. În special în cazul prefabricatelor, inventarele sunt deosebit de importante, deoarece o fabrică produce prefabricate în mod constant, iar acestea trebuie depozitate temporar, pe măsură ce încep sau avansează lucrările la proiectul pentru care sunt destinate. Livrarea la timp a prefabricatelor este esențială, deoarece evită necesitatea inventarelor intermediare, de unde rezultă o reducere a costurilor de depozitare. Este de preferat evitarea inventarelor intermediare.

Locația inventarului poate fi măsurată cantitativ (ex.: locație, numărul de inventare dint-o regiune etc.).

3.6. Transportul

3.6.1. Tipul de transport – Există două tipuri mari de transport în industria de construcții și anume transportul rutier și transportul feroviar. Alegerea tipului de transport este legată de infrastructura disponibilă și de costuri.

Tipul de transport poate fi măsurat cantitativ (ex.: costuri, cheltuieli etc.).

3.6.2. Gradul de particularizare al transporturilor – Există vehicule speciale de transport, mai ales în cazul prefabricatelor (ex.: stelaje pentru transport, trailere lungi). În cazul construcțiilor în sistem clasic, acestea sunt mai rar întâlnite.

Gradul de particularizare al transporturilor poate fi măsurat calitativ (ex.: tipuri special de vehicule, particularizare mică/medie/mare a transporturilor). (Michał Tomczak and Łukasz Rzepecki, 2017) (Chen Duiyong et. al, 2014)

4. STUDIU DE CAZ

Studiul de caz a fost efectuat luând în considerare proiectele standard tip nr. 770-771-v2 P+4, ce descriu blocuri de prefabricate construite între anii 1978-1989, cu durata de lucru de 3-4 luni/tronson, 17 apartamente/tronson.

4.1. Surse de procurare a materialelor de construcții

4.1.1. Procurarea materialelor de construcții –

Panourile prefabricate au fost aduse de la Fabrica IMC (Întreprinderea de Materiale de Construcții) Iași, ce avea o capacitate de producție de 60.000 m³/an.

4.1.2. Certificarea calității

Clădirile au fost construite pe baza normelor în vigoare din perioada respectivă, așa-numitele STAS-uri. Acestea au fost inspirate după standardele DIN germane.

4.1.3. Gradul de prefabricare

Gradul de prefabricare era unul deosebit de mare. Întregi secțiuni, inclusiv instalații (băi, bucătării) erau integral prefabricate.

4.2. Mecanizarea

4.2.1. Procurarea mecanizării

Din “mica mecanizare” făceau parte bormașini, aparate de sudură, fierăstraie circulare etc. “Marea mecanizare” era de uz intern, complet deținută de executant (Trustul de Construcții Iași). Printre altele, exista și o macara-turn pentru a facilita punerea în operă a elementelor prefabricate. De asemenea, au fost folosite trailere pentru transportul plăcilor și al panourilor prefabricate.

4.2.2. Gradul de mecanizare

Gradul de mecanizare era, bineînțeles, mai mare decât în cazul structurilor ridicate în sistem clasic de construcții. Din cele 3-4 luni, cât dura în medie construcția unui tronson de bloc, macaraua-turn era prezentă pe șantier în jur de 1-1,5 luni.

Trailerele faceau în medie 2 curse/zi, cu o utilizare de 2 trailere/tronson. Un excavator era folosit la începutul proiectului, pentru realizarea gropii de fundare.

4.2.3. *Parcul auto*

Pentru acest tip de proiect, vehiculele folosite erau: o macara-turn, un trailer tip “platformă”, un trailer tip “stelaj” și un excavator.

4.3. Forța de muncă

4.3.1. *Mărimea forței de muncă*

Pentru realizarea unui proiect de acest tip era necesară o forță de muncă ce număra în jur de 170 de muncitori, din toate domeniile – zidari, tâmplari, sudori, instalatori etc.

4.3.2. *Gradul de calificare a forței de muncă*

Gradul de calificare a forței de muncă era relativ ridicat, numai în jur de 20-25 muncitori erau necalificați, restul având certificări ce atestau abilitățile lor în domeniile respective de activitate.

4.3.3. *Gradul de specializare*

După cum rezultă din rândurile de mai sus, în jur de 150 de muncitori erau calificați, ceea ce corespunde unui grad relativ înalt de specializare pentru acest tip de lucrări.

4.4. Producția

4.4.1. *Tipul de producție*

Producția se realiza numai în fabrică, în condiții controlate. Pe șantier se executau numai operațiuni de asamblare și finisaje. Profitul pe un astfel de proiect se situa în jur de 5% din valoarea totală al acestuia, bani care erau direcționați spre Stat.

4.4.2. *Modul de producție*

Totul era realizat intern, în regim de producție proprie. Munca era plătită în funcție de “cantitatea” de activități executate, corelate cu devizele de lucrări, totul raportat la reglementările naționale.

4.5. Inventarul

4.5.1. *Mărimea inventarului*

Mărimea inventarului

Totul era livrat din fabrică, neexistând inventare intermediare. Șantierul avea un inventar propriu, în care erau de obicei stocate în jur de 300-400 elemente prefabricate

– echivalentul unui tronson, pentru a putea asigura o producție continuă. Întregul șantier echivala, ca și dimensiuni, cu aproximativ 7-8 tronsoane de bloc.

4.5.2. *Locația inventarului* – Orașul Iași.

4.6. Transportul

4.6.1. *Tipul de transport*

Infrastructura locală era utilizată pentru transportul materialelor.

4.6.2. *Gradul de particularizare al transporturilor*

Gradul de particularizare poate fi considerat mediu, întrucât, în afară de trailere, toate celelalte vehicule pot fi considerate “comune” pentru un șantier de construcții. (Anna Sobotka et. al, 2005), (Rafaela Bortolini et. al, 2015)

5. CONCLUZII ȘI DEZVOLTĂRI ULTERIOARE

Se poate concluziona că tipurile de proiecte bazate pe prefabricate sunt capabile să livreze o eficiență crescută a lucrărilor de construcții, comparativ cu tipurile de proiecte “clasice”. Din păcate, construcțiile din prefabricate se pot realiza numai cu sprijinul puternic al unei industrii dedicate, industrie care, din păcate, a încetat să existe în România după 1989.

De asemenea, construcțiile din prefabricate se pretează excelent la rezolvarea unei mari probleme a societății, și anume, locuințele (sau, mai bine zis, lipsa lor). Într-un timp relativ scurt, se pot scoate pe piață cartiere întregi de blocuri.

Deși prezintă avantaje tehnologice și de natură economică, aceste tipuri de locuințe au în general un aspect destul de comun, necesită o forță de muncă calificată pentru a putea fi ridicate și, nu în ultimul rând, s-au dovedit a fi mai puțin rezistente la cutremure decât structurile pe cadre sau din zidărie.

Ca și sugestii viitoare de cercetare, se poate continua explorarea logisticii șantierelor de construcții prin alte studii comparative, de exemplu: sistemul clasic de construcție comparat cu sistemul de construcție folosind prefabricate; comparații între sistemele de construcții din Europa de Vest și Europa de Est. Aceste studii se pot efectua din diferite perspective și cu varii criterii, rămânând la latitudinea autorului ce selectează ca și termeni de comparație. (Lambert, Douglas M and Stock, James R., 1993)

Bibliografie

1. Anna Sobotka, Agata Czarnigowska, Krzysztof Stefaniak - Logistics of construction projects. Foundations of civil and environmental engineering, No. 6 2005.
2. Chen Duiyong, Jia Shidong and Sun Mingshan - Engineering construction project site logistics management. Journal of Chemical and Pharmaceutical Research, 2014, 6(7):353-360.
3. Lambert Douglas M; Stock, James R. - Strategic logistics management. 3ed. Chicago:Irwin,1993. 862 p.
4. Michał Tomczak, Łukasz Rzepecki - Evaluation of Supply Chain Management Systems Used in Civil Engineering. Materials Science and Engineering, 245 (2017) 072005
5. Rafaela Bortolini, Jeferson Shin-Iti Shigaki, Carlos T. Formoso - Site Logistic planning and control using 4D Modeling: A Study in a Lean Car Factory Building Site. 23rd Annual Conference of the International Group for Lean Construction At: Perth, Australia, July, 2015.
6. Yuhan Niu; Weisheng Lu; Diandian Liu; Ke Chen - An SCO-Enabled Logistics and Supply Chain-Management System in Construction. Journal of Construction Engineering and Management, Volume 143 Issue 3 - March 2017.

Tendențe actuale de realizare a structurilor din lemn

Poenaru Oana-Alexandra (Coflea),

doctorand, Facultatea de Construcții și Instalații Iași, alexpoe2002@yahoo.co.uk

Rezumat

Așa cum este cunoscut, lemnul prezintă o serie de avantaje care conduc la alegerea acestui material ca și soluție tehnică pentru realizarea a tot mai multe elemente constructive.

Spre exemplu, greutatea redusă a lemnului face ca toate construcțiile realizate din acest material să prezinte o comportare favorabilă la acțiunea seismică, să poată fi amplasate cu mai multă ușurință pe terenuri dificile de fundare și să necesite consumuri mai reduse de materiale în structurile de fundații.

Această lucrare va prezenta câteva exemple actuale de utilizare a acestui material nobil.

Cuvinte cheie: structuri din lemn, eficiență energetică, case ecologice.

1. INTRODUCERE

Fără îndoială, utilizarea materialelor naturale (lemn, piatră, lut) în construcții este o tradiție mai veche, lemnul reprezentând în același timp și un material al viitorului. Nici un alt material de construcții nu este atât de durabil, nici un alt mod de construcție nu are o eficiență energetică atât de ridicată și nu oferă o punere în operă mai rapidă și mai rentabilă. Datorită particularităților sale tehnice, stilul modern al construcțiilor din lemn îndeplinește fără prea multe dificultăți nivelul de cerințe al unui sistem modern de termoizolație.

De ce este atât de folosit lemnul în construcții? Pentru următoarele avantaje:

- Densitate aparentă redusă față de rezistența relativ mare.
- Prelucrare și fasonare ușoară, atât în uzină cât și pe șantier.
- Existența mai multor sisteme de asamblare.
- Posibilitatea realizării unor forme și gabarite deosebite.
- Durabilitatea mare a construcțiilor din lemn, aflate într-un regim optim de exploatare, raportat la condițiile mediului ambiant.
- Proprietăți termice favorabile.

În comparație cu oțelul, betonul și chiar cărămida, lemnul are :

- coeficientul de conductibilitate termică (λ) mult mai redus, ceea ce justifică folosirea lui ca material pentru izolație termică cu bună eficacitate. Lemnul opune

o rezistență termică, la trecerea unui flux de căldură prin el, de 300 – 400 ori mai mare decât oțelul și de 7 – 10 ori mai mare decât betonul.

- coeficientul de dilatare termică liniară în lungul fibrelor (α) redus face să nu fie necesare rosturi de dilatație termică la construcțiile din lemn și să prezinte o comportare bună din punct de vedere a rezistenței la foc. Pentru lemnul de rășinoase, de exemplu, coeficientul α este de $4 \cdot 10^{-6} \dots 5 \cdot 10^{-6}$, adică aproximativ de 2-3 ori mai mic decât coeficientul de dilatare termică a oțelului și al betonului armat.

Evident, ca material, lemnul are dezavantajele sale (densitate diferită pe ansamblu, necesitatea întreținerii pe durata exploatării, degradări biologice etc.), dar acestea sunt în prezent mult mai ușor de contracarat.

2. STRUCTURI ACTUALE DIN LEMN

2.1. Podele compozite cu grinzi din lemn

Tehnologiile actuale folosite în cazul renovării podelelor vechi de lemn fac posibilă utilizarea grinzilor originale din lemn. Aceasta operație este necesară, de obicei, pentru a schimba tronsoanele vechi din lemn și pentru a trata grinzile cu fungicide și insecticide. Apoi, conectorii de forfecare sunt fixați pe grinzile de lemn, se pune o plasă de armare deasupra podelei de lemn (vezi figura 1) și betonul cu un raport redus de apă / ciment este turnat într-un strat de grosimea necesară [Manaridis Andreas].

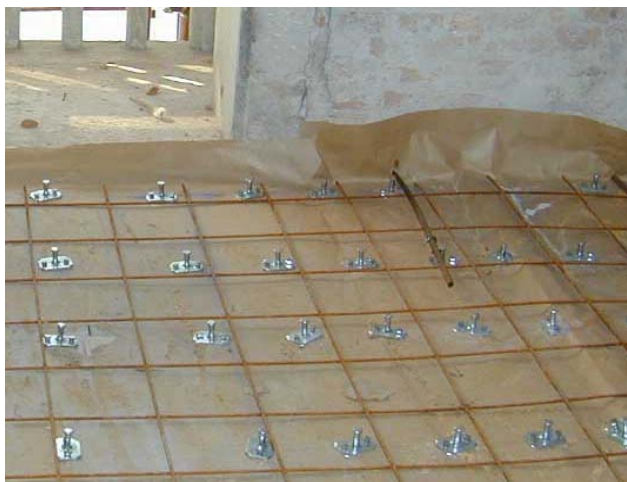


Fig.1. Înainte de turnarea betonului este necesar să se introducă o plasă de armare care să împiedice formarea crăpăturilor la suprafața inferioară a plăcii de beton [Manaridis Andreas]

Podelele compozite de acest tip au o rigiditate mare în plan încât își mențin forma (și, prin urmare, stabilitatea întregii clădiri) în timpul unui cutremur. Desigur, este necesar ca atât lemnul cât și stratul de beton să aibă un contact foarte bun cu pereții din zidărie.

Acest tip de podele sunt utilizate în special pentru case cu înălțime de maxim P+2. Sistemul are greutate redusă, este ușor de construit și ieftin, însă nu îndeplinește toate cerințele de performanță în special în ceea ce privește deformarea și vibrațiile pentru deschideri medii și mari. [Manaridis Andreas]

Pentru aceste două tipuri de deschideri, soluția de podele compozite din lemn și din beton este aceea prezentată în figura 2.



Fig. 2. Grinzile primare sunt realizate din oțel sau lemn lamelar, cu o secțiune transversală mare [Manaridis Andreas]

În cazul proiectării structurilor compozite din lemn-beton trebuie avută în vedere comportarea conlucrării lemn-beton la starea limită ultimă și la starea limită de serviciu astfel încât acestea să fie satisfăcute pe termen scurt și lung (sfârșitul duratei de viață). [Fragiacomo Massimo]

2.2. Podele compozite cu panouri din lemn

O consecință inevitabilă a clădirilor din ce în ce mai mari pe care le vedem în jurul nostru este cererea pentru componente ușoare de construcție. Deoarece plăcile de podea constituie partea principală a greutății totale a clădirilor cu mai multe etaje, reducerea greutății acestora reprezintă un pas cheie în reducerea greutății totale a construcției. Cea mai des întâlnită soluție din acest punct de vedere o reprezintă utilizarea panourilor din lemn. [Nežerka Václav]



Fig.3. Producerea și asamblarea componentei de lemn-Parcul de producție Setra [Nežerka Václav]



Fig.4. Turnarea betonului [Nežerka Václav]

2.3 Panouri din lemn și paie în case ecologice EcoCocon

Asamblarea clădirilor durabile și sănătoase cu panourile de paie EcoCocon este rapidă și ușoară. În același timp, aceste panouri au o energie primară foarte scăzută și sunt un produs optimizat: prin utilizarea lor se economisește energia consumată pentru încălzire și răcire pe toată durata de viață a clădirii iar emisiile scăzute de CO₂ rezultate au un impact benefic asupra încălzirii globale. [Kierulf Bjorn]



Fig. 5. Structură din lemn și panouri din lemn și paie ([http://www.caseecologice-info.ro/galerie/case-ecologice-casa-rezidentiala-2/#iLightbox\[galerie\]/8](http://www.caseecologice-info.ro/galerie/case-ecologice-casa-rezidentiala-2/#iLightbox[galerie]/8))



Fig. 6. Casă rezidențială finalizată ([http://www.caseecologice-info.ro/galerie/case-ecologice-casa-rezidentiala-2/#iLightbox\[galerie\]/0](http://www.caseecologice-info.ro/galerie/case-ecologice-casa-rezidentiala-2/#iLightbox[galerie]/0))

2.4 Sisteme cu difuzie deschise

Sistemele cu difuzie deschisă sunt tot mai utilizate în cazul construcțiilor pe structură de lemn.

Multe regiuni europene au propriile lor tradiții cu privire la construcțiile pe structură din lemn. Sistemele constructive cu difuzie deschisă au apărut în Europa Centrală la începutul anilor 1990. Între timp, această soluție constructivă de case ecologice a ajuns să fie extrem de răspândită.

Avantajul construcțiilor pe structură din lemn permeabile la vapori îl reprezintă faptul că elementele de anvelopă precum pereții exteriori și acoperișul sunt etanșe la vânt și intemperii, însă permit difuzia vaporilor de apă dinspre interior. Practic, sunt etanșe la aer, dar nu și la vapori, utilizarea la interior a structurii cu plăci pe bază de lemn conferind casei robustețe și rigiditate de ansamblu și în egală măsură constituind o barieră eficientă pentru aer și vapori. [<http://www.egger.com>]

În același timp, o construcție cu sistem de difuzie deschisă corespunde celor mai ridicate cerințe în materie de termoizolație, izolație fonică și protecție la foc.

Spre exemplu, proiectele recente ale companiei EGGER au la bază avantajele sistemelor de construcție cu difuzie deschisă, două dintre cele mai bune argumente pentru utilizarea acestei metode fiind reprezentate de nivelul ridicat de siguranță și robustețea structurii.



Fig. 7. Construcție modernă pe structură de lemn [<http://www.egger.com>]

3. CASE ECOLOGICE – REZULTATE ȘI INTERPRETĂRI

Reglementările noi din domeniul construcțiilor cu privire la reducerea consumului de energie au devenit tot mai stricte. Odată cu intrarea în vigoare a acestora au crescut și exigențele beneficiarilor pentru o termoizolare mai eficientă a clădirilor în care locuiesc.

Unul dintre avantajele importante ale construcțiilor moderne din lemn este faptul că pentru aceeași mărime a amprentei la sol cu o construcție clasică din zidărie prima variantă oferă mai mult spațiu locuibil.

Studiile arată că, pentru a atinge aceeași valoare a coeficientului de izolare termică U, un perete de cărămidă termoizolat trebuie să fie mai gros cu o treime decât un perete izolat pe structură de lemn. De exemplu, pentru o lungime desfășurată a pereților exteriori de 40 metri, o construcție de lemn aduce un aport de 5,6 m² suprafață utilă pe etaj față de o construcție clasică din zidărie. [<http://www.egger.com>]

În cadrul competiției „Modelhome 2020” al firmei VELUX din Pressbaum (în apropiere de Viena), arhiteții Hein -Troy au proiectat prima locuință unifamilială din Austria neutră din punctul de vedere al emisiilor de CO₂. Aceasta înseamnă că energia utilizată pentru construcția „Sunlighthouse” este compensată de aceea produsă timp de 30 de ani de instalațiile fotovoltaice și de sistemele solare termice ale acestui imobil.



Fig. 8. Proiectul „Sunlighthouse” [<http://www.egger.com>]

De asemenea, sustenabilitatea acestei construcții a fost accentuată și prin alegerea de materii prime regenerabile precum lemnul, care se pretează în același timp și la utilizarea de-a lungul mai multor etape tehnologice și constructive ale casei.

Aceasta are drept rezultat atât o utilizare durabilă și efektivă cât și o economie a cantității de materie primă utilizată. Materiile prime și produsele realizate pe baza acestor principii sunt utilizate cât mai mult timp posibil în sistemul economic, trecând de la o utilizare materială simplă și apoi la o utilizare multiplă, cu o valoare adăugată în scădere și ajungând la o utilizare energetică finală sau o eventuală reciclare a materialului.

4. CONCLUZII ȘI DEZVOLTĂRI ULTERIOARE

La ora actuala se utilizează două procedee de clasificare a lemnului:

- **Clasificarea tradițională** se realizează în urma unui examen vizual și are în vedere factorii de reducere a rezistenței care pot fi examinați (în principal nodurile și lățimea inelelor anuale).

- **Clasificarea mecanică** se realizează pe baza unor încercări mecanice (procedeul mecanic sau cu mașina).

Normele europene EN 388-1994 sortează lemnul pentru construcții în 9 clase pentru rășinoase și 6 clase pentru foioase.

Tabelul 1.1

Specia	Clase de rezistență				
	C 10	C 18	C 24	C 30	C 40
Molid, brad, larice, pin	x	x	x	-	-
Stejar, gorun, cer, salcâm	-	x	x	x	-
Fag, mesteacăn, paltin, frasin, carpen	-	x	-	x	x
Plop, anin, tei	x	x	-	-	-

Ca și oțelul, lemnul poate suporta o sarcină de 14 ori mai mare decât greutatea sa proprie și este la fel de rezistent la compresiune ca și betonul armat. Din acest motiv, construcțiile din lemn prezintă o siguranță deosebită la cutremur.

Drept dovadă stau, în egală măsură, experiența și tradiția în domeniul construcției din regiunile cu activitate seismică ridicată: casele de lemn vechi de sute de ani din Istanbul, clădirile din lemn din Japonia și blocurile cu mai multe etaje din Seattle.

Atâta timp cât un strat de 6,5 cm de lemn de conifere oferă aceeași termoizolație ca 40 de cm de cărămidă plină și având în vedere suita de avantaje expusă pe parcursul acestei lucrări, consider că merită aprofundate modalitățile de utilizare a materialelor compozite care să aibă la bază lemnul, pentru găsirea unor noi soluții de creștere a eficienței energetice în construcția de case ecologice.

Pornind de la aceste concluzii, cercetările mele ulterioare se vor referi la comportarea stâlpilor realizați din materiale compozite și utilizați la construcția caselor ecologice.

Bibliografie

1. Fragiaco Massimo, Yeoh David, **Design of timber-concrete composite beams with notched connections**, Working Commission W18-Timber Structures, CIB, 23-26 August 2010, Christchurch, New Zealand.
2. Kierulf Bjørn - **EcoCocon Passivhaus Manual** (How To Project A Passive House From EcoCocon Straw Panels Version 0.5), in cooperation with CREATERRA (<http://www.createrra.sk>), february 2014
3. Manaridis Andreas - **Evaluation of timber-concrete composite floors** (Master thesis), Department of Structural Engineering, Lund Institute of Technology, 2010
4. Nežerka Václav - **Timber-Concrete Composite Structures**, (Bachelor thesis, Supervisor: Doc. Ing. Petr Kuklík, CSc.), Czech Technical University In Prague Faculty Of Civil Engineering, Department of Steel and Timber Structures, 2010
5. <http://www.caseecologice-info.ro>
6. <http://www.egger.com>

Sisteme de monitorizare și evaluare riscuri structurale la tuneluri

Săvoaia Alexe,

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

Rezumat

Monitorizarea constă în colectarea de date specifice care reflectă efectul combinat al tuturor factorilor individuali interni și externi. Scopul principal al monitorizării este de a urmări și verifica deplasările terenului și reacția structurii pe durata construirii tunelului. Chiar și cu o investigație excelentă geologică și geotehnică, modelul de bază în timpul proiectării poate conține incertitudini. Aceste incertitudini și simplificările făcute în timpul proiectării conduc la un risc rezidual în timpul construcției.

Cuvinte cheie: sistem de monitorizare, înclinometru, marcă tensiometrică

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. Lucrarea de față prezintă un model de monitorizare bazat pe un studiu de caz aplicat la execuția tunelului Turdaș din județul Hunedoara.

Personalul responsabil cu instalarea, testele, supervizarea și realizarea interpretărilor și înregistrărilor instrumentelor trebuie să fie calificat, să aibă experiență în domeniul aparatelor utilizate pentru tranșee și tuneluri.

Pentru a realiza acest lucru, au fost prevăzute următoarele instrumente:

- înclinometru pentru ambele laturi ale tranșeei pentru a verifica eventuala deplasare a solului;
- traductoare tensometrice fixate de armătura de oțel a panourilor pereților mulați;
- doze tensometrice amplasate între susținerile temporare (șpraituri) și pereți mulați;
- sistem de citire și de achiziție de date în timp real;

2. SISTEMUL DE MONITORIZARE

2.1. Măsurarea deplasărilor de adâncime ale terenului

2.1.1 Definierea și numărul de instrumente ce vor fi instalate

Aceste deplasări au fost măsurate prin instalarea a 2 înclinometre lângă tranșee. Lungimea celor două înclinometre este egală cu 25 m și sunt plasate înainte de începerea excavării tranșeei.

Locul de amplasare al înclinometrului nu intră în incidență directă cu lucrările de execuție ale tunelului pentru că ar putea avaria integritatea acestuia.

Accesul la tubulatura înclinometrică este asigurat la capătul de sus al sistemului înclinometric pe întreaga perioadă de operare iar securitatea capetelor sistemului se face prin dispunere de sisteme de închidere.

Recepția execuției sistemului înclinometric este realizată în două etape:

- prima etapă a presupus recepția instalării tubulaturii înclinometrice prin traversarea integrală a acesteia de o sondă fără senzori.
- Recepția finală a fost realizată după punerea în funcțiune a lanțului de senzori și transmiterea primului set de date.

2.1.2 Definierea și numărul de instrumente instalate

Citirile inițiale ale coloanelor înclinometrului au fost făcute după instalarea conductei (după întărirea amestecului de ciment).

Măsurătorile s-au realizat după cum urmează:

- două măsurători pe săptămână pe durata excavării tranșeei;
- o măsurătoare pe lună între terminarea excavării și restaurarea configurației inițiale a terenului.

2.1.3 Reprezentarea grafica a datelor

Datele colectate au fost reprezentate grafic ca o funcție de timp și adâncime în funcție de deplasarea relativă totală a solului conform fig. 1

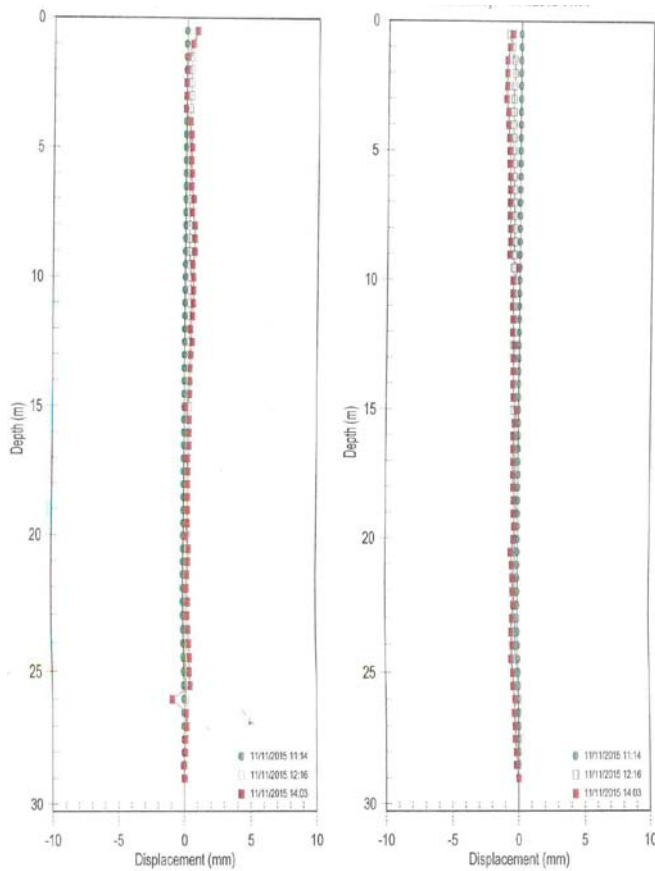


Fig. 1. Reprezentarea grafică a măsurătorii

2.2 Măsurătorile de deformare cu traductorul tensometric

2.2.1 Definiție

Pentru măsurarea stării de tensiune în pereții mullați, au fost instalați următorii senzori:

- șase perechi de traductori tensometrici fixați pe armătura de oțel a panourilor pereților mullați, la diferite adâncimi.



Fig.2. Tensometru montat pe armătură

2.2.2 Numărul de secțiuni cu instrumentație

Traductoarele au fost montate în șase secțiuni de-a lungul tranșeei.

2.2.3 Frecvența citirilor

Citirea zero a fost făcută chiar după începerea excavării tranșeei. După această frecvența de măsurare a fost următoarea :

- O citire pe zi când excavarea tranșeei a fost executată pe 20 metri de la poziția instrumentului;
- O măsurătoare pe săptămână când excavarea a fost la o distanță mai mare de 20 metri de poziția instrumentului.

2.3 Măsurători ale forței axiale pe zonele de rezemări

2.3.1 Definitie

Asa cum s-a prezentat mai înainte, a fost plasată o pereche de doze tensometrice între șpraituri și pereții mulați, conform fig. 3

S-au instalat în total patru doze tensometrice: două pentru șpraitul de la partea de sus a pereților mulați și două de la partea de jos a pereților mulați.

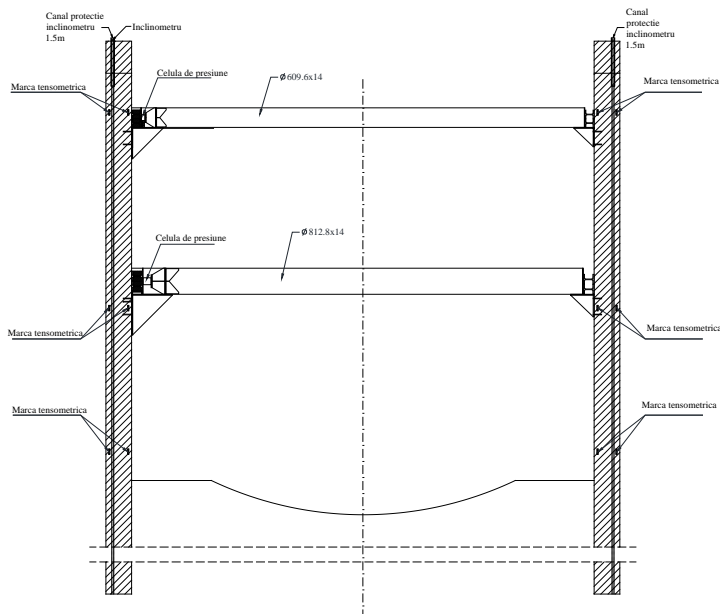


Fig.3. Doze tensometrice și înclinometru montate

2.3.2 Frecvența măsurătorilor

Citirile inițiale s-au făcut după instalarea șpraiturilor. Acestea s-au realizat după cum urmează:

- O citire pe zi când excavarea tranșeei s-a executat până la 20 m de poziția instrumentului;
- O citire pe săptămână când excavarea a fost mai departe de 20 m.

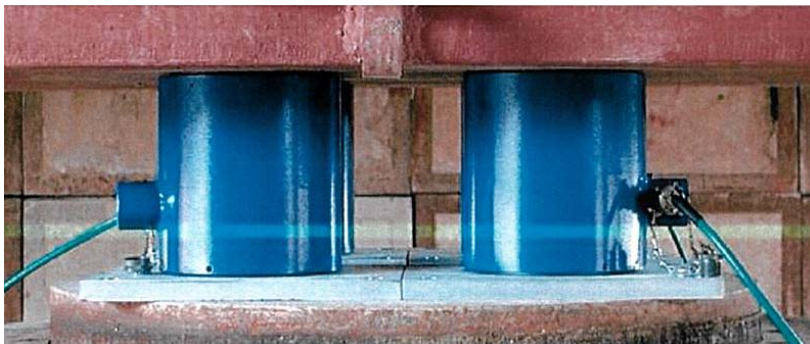


Fig. 4. Doze de presiune

2.3.3 Sistem de achiziție de date

Toți senzorii sunt electronici iar colectarea măsurătorilor a putut fi făcută automat. Măsurătoarea a fost colectată în aceeași cameră de achiziție de date prevăzută pentru instrumentația tunelului, amplasată în exteriorul tunelului.

Colectarea datelor s-a realizat cu un calculator portabil. Datele sunt reprezentate grafic ca funcție de timp și distanță a tranșeei în termeni de sarcină pe partea superioară a contrafișelor.

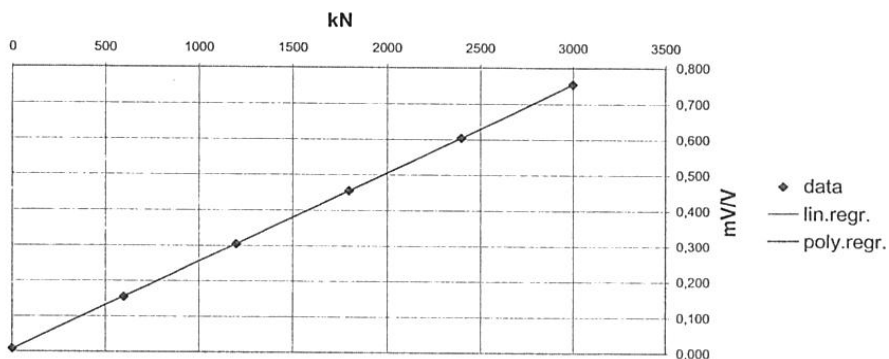


Fig. 5. Grafic de presiune

3. MONITORIZAREA PE DURATA DE VIAȚĂ OPERAȚIONALĂ A TUNELULUI

3.1. Instrumentația căptușelii finale

Măsurătorile se referă la starea de tensiune în căptușeala finală pe durata vieții operaționale a tunelului. Tensiunile sunt măsurate folosind opt perechi de tensometre fixate de armătura betonului.

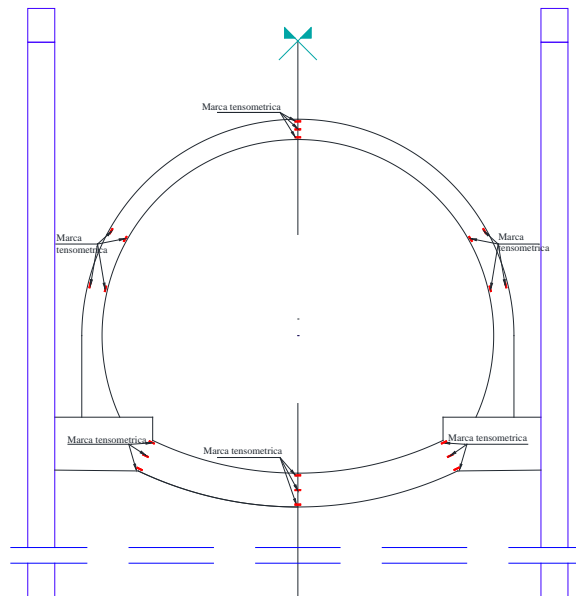


Fig.6. Poziția tensometrelor în secțiunea căptușelii

3.2. Sistem de achiziție date

Toți senzorii sunt electronici și permit colectarea măsurătorilor în mod automat. Măsurătoarea este colectată de un centru de achiziție de date amplasat în exteriorul tunelului într-o cameră adecvată.

Din această cameră, datele colectate sunt transmise la un birou stabilit, cu ajutorul unui transmisor GSM. Datele sunt reprezentate grafic ca o funcție de timp. Datele colectate de tensometru sunt transformate din măsurătoare electrică în măsurătoare fizică, adică în tensiuni.

4. CONCLUZII

- S-au realizat două sondaje înclinometrice cu adâncimea de 25 m, amplasate pe zona tunelului.
- Montarea tensiometrelor s-a făcut în șase secțiuni pentru pereții mulați și sprijinirile provizorii.
- S-au instalat tensiometre în șase secțiuni pentru căptușeala finală a tunelului.
- Montarea a două celule de presiune pe cele două rânduri de șpraituri.

Bibliografie

1. STAS 8289-90, *Tuneluri. Clasificare și terminologie.*
2. P130-1999, *Normativ privind urmărirea comportării în timp a construcțiilor.*
3. SR EN 1997-1:2004, *Eurocod 7. Proiectare geotehnică. Partea 1: Reguli generale.*
4. Recomandări Societatea Britanică de Tuneluri, *Specificație pentru construcția tunelurilor -2000.*
5. Recomandări Deutsche Bahn AG, *Reglementarea pentru proiectarea, construcția și întreținerea tunelurilor feroviare -2002*

Cercetări privind încercările de penetrare cu aplicabilitate în proiectarea geotehnică

Ștefurar Tudor,

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

Rezumat

Încercarea de penetrare cu con face parte din gama de încercări ale terenului de fundare „in situ” și constituie, de regulă, un procedeu ce completează metodele de cercetare a terenurilor de fundare prin foraje, prelevări de probe, analize de laborator, permițând reducerea volumului acestor lucrări și obținerea de informații suplimentare asupra terenului de fundare.

De asemenea, încercarea de penetrare cu con poate fi folosită și pentru verificarea calității lucrărilor de îmbunătățire ale terenurilor slabe de fundare sau a unor umpluturi cât și pentru aprecierea capacității portante a piloților etc.

Cuvinte cheie: *penetrare, „in situ”, teren de fundare.*

1. INTRODUCERE

Încercarea de penetrare cu con constă în introducerea în teren a unei coloane de tije metalice (denumită deseori sondă) prevăzută la partea inferioară cu un vârf conic și înregistrarea rezistenței terenului la înaintarea conului, exprimată în diverse moduri în funcție de tipul încercării.

Coloana de tije poate fi protejată cu un tub metalic (manta) în vederea eliminării frecării dintre coloana de tije și teren.

După modul de introducere în teren a coloanei de tije se deosebesc următoarele tipuri de încercări de penetrare cu con :

- încercare prin penetrare statică;
- încercare prin penetrare dinamică;
- încercarea prin vibropenetrare.

Rezistența terenului la înaintarea conului depinde de natura și caracteristicile fizico-mecanice ale straturilor întâlnite, adâncimea la care se regăsește vârful conic sub nivelul de la care începe încercarea, nivelul apei subterane, tipul încercării, caracteristicile penetrometrului.

Încercarea de penetrare cu con poate fi folosită atât la verificarea calităților de îmbunătățire ale terenurilor slabe de fundare sau a unor umpluturi cât și pentru aprecierea capacității portante a piloților.

2. PENETRAREA DINAMICĂ PE CON

Penetrarea dinamică pe con este una din cele mai des utilizate metode de investigație geotehnică a terenului de fundare, datorită simplității metodologiei de lucru și robusteții aparatului utilizate.

Spre deosebire de penetrarea dinamică standard (unde era folosit un tub carotier care avea funcția de penetrare și prelevare de probe), în încercarea de penetrare dinamică se utilizează conuri cu diverse caracteristici constructive (unghi la vârf de 60° în zona Americii, Australiei și Africii, 90° în spațiul European), nefiind posibilă prelevarea de probe.

Indiferent de tipul aparatului, încercarea constă în introducerea în teren, prin batere, a unei tubulaturi prevăzute cu con, înregistrându-se numărul necesar de lovituri pentru patrunderea acesteia (în condiții standardizate) pe echidistanțe de 10 sau 20 cm.

În România încercarea a fost standardizată în secolul trecut prin normativul C159-73, 89 și, mai recent, de norma europeană EN ISO 22476-2:2006, “Cercetări și încercări geotehnice. Încercări pe teren. Partea 2 : Încercare de penetrare dinamică.”

Încercarea de penetrare dinamică cu con constă în introducerea în teren, prin batere cu ajutorul unui berbec, care cade liber de la înălțimea constantă, a sondei cu vârf conic.

Pe parcursul încercării se înregistrează numărul de lovituri (Nz) necesar pentru înfingerea conului pe echidistanțe (z) de 10 sau 20 cm, alegerea acesteia fiind făcută de specialist.

Tipurile de penetrometre dinamice utilizate în practică variază în funcție de lucrul mecanic dezvoltat de berbecul în cădere, modul de acționare al acestuia (manual sau mecanic) precum și de modul de înregistrare a numărului de lovituri la înaintarea conului pe o adâncime constantă “z”.

În funcție de masa berbecului penetrometrele se clasifică în:

- penetrometre dinamice ușoare (DPL, abreviat în română PDU) utilizând o masă de 5 – 10 kg ;
- penetrometre dinamice medie (DPM, abreviat în română PDM) utilizând o masă de 20 – 40 kg ;
- penetrometre dinamice grele (DPH, abreviat în română PDG) utilizând o masă de 50 – 80 kg ;
- penetrometre dinamice supergrole (DPSH-A, B, abreviat în română PDSG) utilizând o masă mai mare de 80 kg.

Înălțimea de cădere a berbecului este impusă de lucrul mecanic care trebuie realizat și se fixează prin construcția aparatului.

În prezent instrucțiuni tehnice sunt prezentate penetrometrului dinamic ușor cu acționare manuală și penetrometrului mijlociu și greu cu acționare mecanică echipat cu un dispozitiv de numărare a loviturilor de berbec.

Penetrometrele dinamice fiind, de regulă, fără manta de protecție a coloanei de tijie, diametrul conului de penetrare depășește sensibil diametrul tijei, fapt care conduce la diminuarea sau chiar eliminarea frecării dintre coloana tijei și teren.

2.1. Principiul metodei, aparatura

Echipamentul încercărilor de penetrare dinamică pe con cuprinde următoarele părți componente (vezi tabelul 1):

- dispozitivul de batere constând în berbec de diverse dimensiuni și mase, care culisează cât mai ușor pe o tijă ce conține un dispozitiv de declanșare manuală sau automată a căderii;
- nicovala (sau capul de batere) ce limitează căderea berbecului;
- conul metalic care are un unghi la vârf de 90° și se prelungeste cu o parte cilindrică ce se racordează la tijele de batere (fig.1.); există două varietăți de conuri în funcție de modul de cuplare cu tija - con fix care se extrage la finalizarea penetrării împreună cu întregul echipament, sau con pierdut, care este deșurubat și detașat la adâncimea finală de penetrare, rămânând în teren;
- tijele de batere, constituite din oțel de înaltă rezistență la compresiune și uzură, ale căror săgeți maxime admisibile nu trebuie să depășească 1/1000 sau 1mm/m;
- dispozitiv de măsurare al cuplului necesar înșurubării tijelor, care de obicei este o cheie dinamometrică;
- echipamentele moderne sunt prevazute cu dispozitive de numărare a loviturilor de berbec, dispozitive de măsurare a adancimii de penetrare (în lipsa cărora, tijele trebuie gradate), precum și dispozitive de măsurare a dimensiunilor vârfului și verificarea a verticalității penetrării.

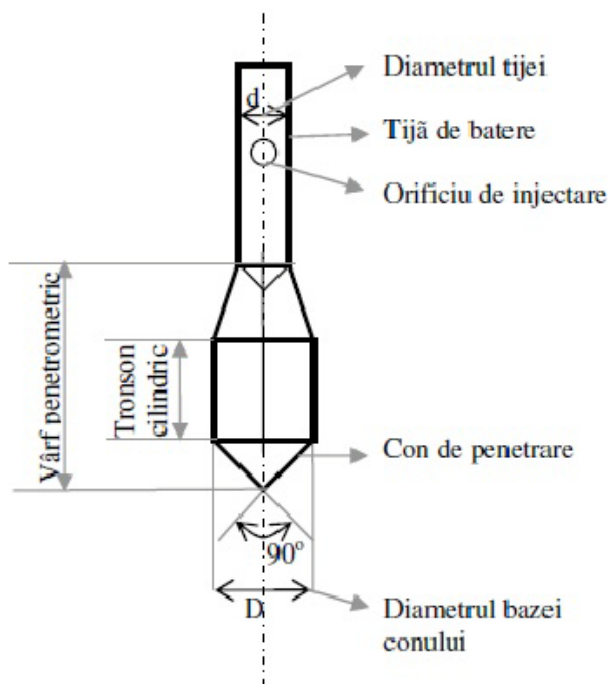


Fig. 1. Schița vârfului penetrometric Conform EN ISO 22476-2:2006

Tabelul de mai jos cuprinde dimensiunile și masele părților componente ale echipamentelor de penetrare dinamică, așa cum sunt stipulate de normativul românesc în vigoare.

Tabel 1.

Echipament	Ansamblu	Unitate de măsură	DPL	DPM	DPH	DPSH	
						DPSH-A	DPSH-B
Dispozitiv de batere	Masa berbecului	Kg	10	30	50	63,5	63,5
	Înălțimea de cădere	Mm	500				750
Conul metalic (unghi la varf 90°)	Aria bazei conului	cm ²	10	15	16	20	
	Diametrul bazei	mm	35,7	43,7	45,0	50,5	
	Lungimea părții cilindrice	mm	35,7	43,7	90,0	51	
	Înălțimea părții conice	mm	17,9	21,9	45,0	50,5	
	Uzura maximă admisă	mm	3	4	5		
Tijele de batere	Masa maximă	Kg/m	3	6			8
	Diametru maxim	Mm	22	32			35
Energia nominală specifică pe lovitură		kJ/m ²	50	100	167	194	238
Cursa de penetrare		mm	100			100/200	
Adâncimi maxime recomandate		m	6÷8	8÷15	15÷20		
Limitele numărului de bătăi/cursă		bătăi/cursă	3÷50			5÷100	

parcursul desfășurării testului, tijele trebuie introduse în mod continuu, iar la fiecare metru străbătut acestea se rotesc un tur și jumătate (sau până la atingerea cuplului maxim) pentru asigurarea garniturii împotriva deșurubării. Frecvența de batere trebuie să se înscrie în intervalul de 15÷30 lovituri/minut, iar la fiecare oprire a procesului de penetrare mai mare de 5 minute se consemnează în fișele de înregistrare a rezultatelor.

2.2. Parametri măsurați, corecții

Înregistrările se fac la pătrunderea pe 100mm (DPL, DPM, DPH) și se notează N10, respectiv la fiecare 100-200mm pentru DPSH, N10-N20. Dacă înregistrările depășesc limitele înscrise în tabelul 1., se înregistrează penetrarea realizată la fiecare lovitură (în cazul rocilor argiloase aflate în stare curgătoare), sau pentru un număr determinat de lovituri (în cazul rocilor cu rezistență la penetrare mare).

Raportul de încercare penetrometrică trebuie să includă:

- tipul aparatului;
- valorile N10 sau N20 la fiecare adâncime, reprezentate grafic;
- valorile cuplului maxim la fiecare adâncime;
- frecvența medie a loviturilor;
- nivelul apei subterane;
- durata întreruperilor mai mari de 5 minute și adâncimea la care s-au produs.

Următorii factori influențează sensibil rezultatele penetrării dinamice:

- starea fizică a aparatului utilizate;
- modificările de masă sau geometrie ale părților componente atrag modificări ale energiei reale de batere;
- viteza de penetrare, respectiv frecvența de batere influențează invers proporțional rezistența la penetrare, mai ales în cazul rocilor coezive în stare de consistență scăzută;
- întreruperile de durată în procesul de penetrare creează o creștere temporară și artificială a rezistenței de batere;
- compoziția granulometrică a nivelurilor străbătute; prezența fragmentelor de roci tari sau a granulelor de mari dimensiuni (pietris, bolovăniș) se regăsesc pe diagramele de penetrare ca salturi bruște ale citirilor N10-N20 care pot fi ușor interpretate în mod eronat ca zone cu grad de îndesare ridicat;
- rocile coezive aflate în stare de consistență scăzută aderă la tijele dispozitivului, iar procesul creează o creștere artificială a rezistenței la penetrare;
- se consideră că un nivel litologic influențează rezistența la penetrare pe o lungime de 10÷15d (d este diametrul conului de penetrare);
- prezența apei subterane reduce, în funcție și de adâncime, cu 10% până la 50% valorile rezistenței la penetrare;
- în nivelurile nisipoase are loc o creștere a rezistenței la penetrare în adâncime datorată posibilității de refulare laterală și verticală a materialului dislocuit de con și tija. Adâncimea pe care se manifestă refularea și creșterea rezistenței la penetrare se numește adâncime critică h_{cr} . În nivelurile îndesate, după străbaterea acestei adâncimi, rezistența la penetrare rămâne constantă, în timp ce în nivelurile afânate, creșterea rezistenței este continuă.

Rezultatele penetrării dinamice pe con se materializează în diagrame de variație a valorilor N10-N20, precum și a rezistenței la penetrare, aceasta fiind definită ca rezistența pe care o opune geostuctura la înaintarea conului, sub acțiunea lucrului mecanic constant, reprezentat de căderea berbecului (fig.2.). Calcularea rezistenței la penetrare R_d (KPa) în funcție de elementele constructive ale aparatului utilizate se face cu formula:

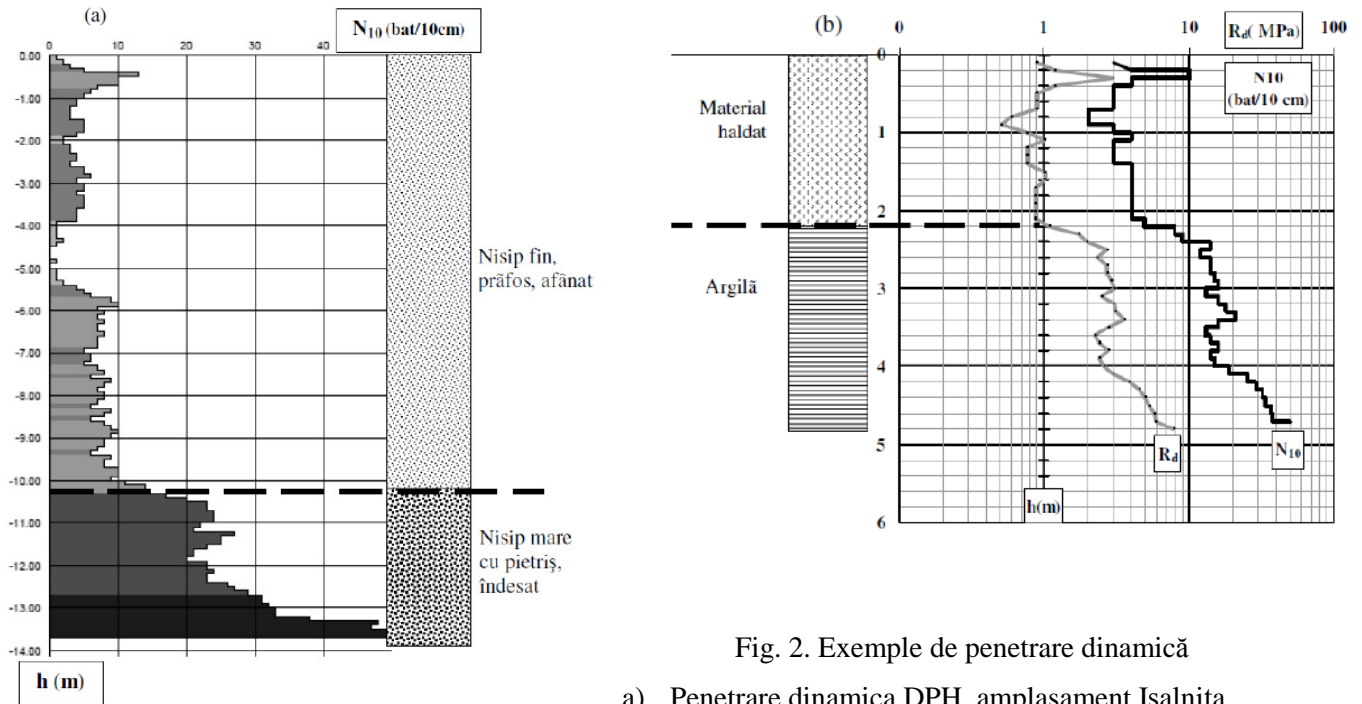


Fig. 2. Exemple de penetrare dinamică

- a) Penetrare dinamică DPH, amplasament Ișalnița
 b) Penetrare DPL, amplasament haldă Sărata Monteoru

$$R_d = \frac{G_1^2 h}{A_s (G_1 + G_2)} \quad (1)$$

în care:

G_1 = greutatea berbecului (KN);

G_2 = greutatea tijelor, nicovalei, sistemului de ghidaj și a conului (KN);

h = înălțimea de cădere a berbecului (m) ;

A = aria secțiunii transversale a conului (m^2);

e = pătrunderea conului sub o singură lovitură (m)

3. INTERPRETAREA REZULTATELOR PENETROMETRELOR DINAMICE

Ca și în cazurile altor încercări in situ, eficiența și reprezentativitatea acestora se obține în situația în care se execută cel puțin un foraj de investigație geotehnică în vecinătatea unui sondaj de penetrare dinamică. Această apropiere spațială (minim 2 m) permite corelarea rezultatelor penetrării cu stratificația pusă în evidență de foraj și, uneori, chiar cu rezultatele determinărilor de laborator pe probe prelevate din foraj. Diagrama penetrării astfel interpretată devine “diagramă etalon” pentru întreaga investigație geotehnică de pe acel amplasament, ei urmând să i se raporteze și celelalte încercări de penetrare. Dacă pe parcursul investigațiilor se constată diferențe semnificative ale penetrărilor dinamice în raport cu diagrama etalon, se impune execuția unui nou foraj de interpretare.

Singurul parametru geomecanic rezultat direct din prelucrarea datelor de penetrare dinamică cu con este gradul de îndesare al nisipurilor mijlocii și fine, care se apreciază orientativ cu formula 2 și este reprezentat în fig. 3. (după C15-89):

$$I_g(I_D) = 0,554 I_g(N_{10}) + 0,98 \quad (2)$$

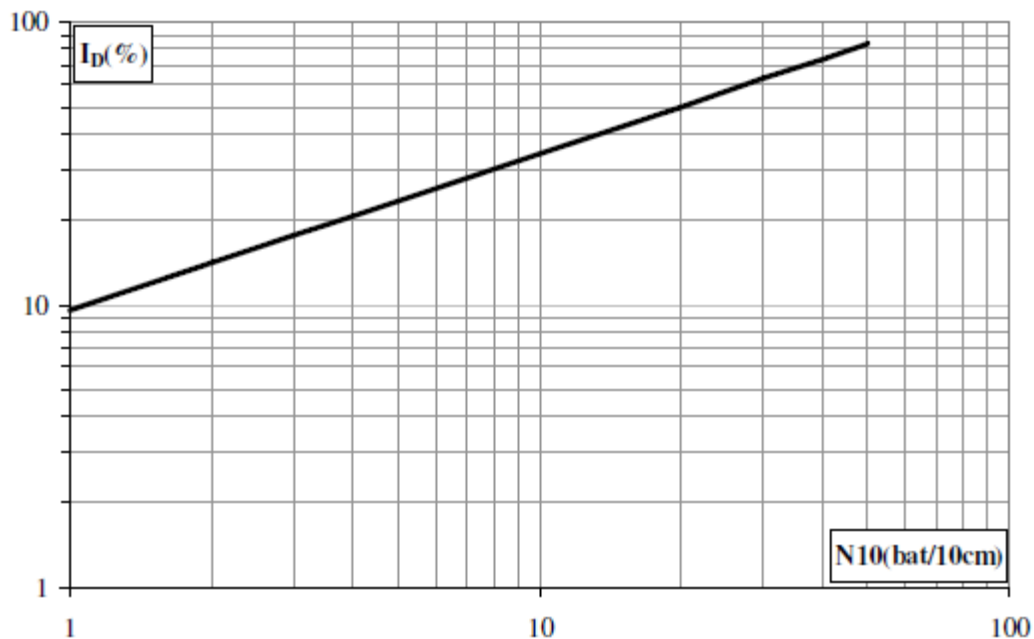


Fig. 3. Estimarea gradului de îndesare al nisipurilor mijlocii și fine pe baza rezultatelor penetrării dinamice ușoare (DPL)

În relația 2 semnificația termenilor este:

I_D = grad de îndesare (%)

N_{10} = număr de bătăi înregistrate pe 10 cm în penetrarea DPL

4. CONCLUZII

Principalele aplicații ale penetrării dinamice cu con în sfera problemelor ingineresti sunt cercetarea terenului de fundare și verificarea calității lucrărilor de îmbunătățire a terenului de fundare, ambele având la bază corelațiile diagramei etalon cu stratificația dată de forajele geotehnice și rezultatele probelor de laborator prelevate din acestea. În acest mod, mai ales pe amplasamente de mare anvergură, penetrarea dinamică pe con poate fi utilizată cu succes pentru evaluarea rapidă a parametrilor geomecanici. Una dintre relațiile cele mai des utilizate în calculele preliminare bazate pe penetrarea dinamică cu con este inegalitatea empirică dată de Guy Sanglerat pentru estimarea presiunii admisibile a terenurilor pe baza rezultatelor încercărilor de penetrare dinamică, relație verificată în raport cu normativele românești de calcul a terenului de fundare.

Bibliografie

1. Stanciuc Mihaela – Investigatii geotehnice in situ – Editura Bucuresti 2010
2. Instrucțiuni tehnice pentru cercetarea terenului de fundare prin metoda penetrării cu con, penetrare statică, penetrare dinamică, vibropenetrarea – Indicativ C 159 – 89 – Ministerul Construcțiilor Industriale – Institutul de cercetari in constructii si economia constructiilor INCERC
3. SR EN ISO 22476-2-2006 - Încercări de penetrare dinamică -
4. <https://www.scribd.com/document/199937582/Cercetare-Penetrarea-Dinamica-pdf>
5. <http://www.revistaconstructiilor.eu/index.php/2014/11/01/interpretarea-rezultatelor-obtinue-prin-penetrare-dinamica/>

Calculul structurilor conform EN1. Prognostarea valorii presiunii vântului pentru Republica Moldova

Țurcan Vadim,

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

Rezumat:

În această lucrare se propune spre examinare aplicarea și utilizarea pentru calculul structurilor civile și industriale a Eurocodului 1, cu accent pe prognostarea valorii presiunii vântului pentru Republica Moldova.

Cercetările efectuate ne oferă posibilitatea de a reactualiza datele cu privire la încărcările normate de la vânt, în baza Eurocodurilor și zonarea teritoriului Republicii Moldova după intensitatea vitezei de referință și presiunii dinamice a vântului.

Cuvinte cheie: eurocod, viteza vântului, presiune dinamică a vântului, repartiția maximelor tip Gumbel, harta de hazard de vânt.

1. INTRODUCERE

Republica Moldova are drept scop, în cadrul Acordului de Asociere dintre Republica Moldova și Uniunea Europeană, implementarea și utilizarea Eurocodurilor, ca normative naționale de proiectare.

Prin urmare în scopul de a crea o bază solidă a Eurocodurilor (EN) este necesar a desfășura cercetări atât asupra normativelor cât și pentru elaborarea anexelor naționale ce conțin parametri determinanți la nivel de țară, parametri care urmează să fie utilizați pentru proiectarea clădirilor și edificiilor civile.

În această lucrare se va studia unul dintre acești parametri, care reprezintă viteza de referință și presiunea vântului asupra construcțiilor, ce urmează a fi prognostată în urma cercetărilor efectuate.

2. NORMAREA ACȚIUNII VÂNTULUI DUPĂ EUROCOD 1. PROGNOZAREA VALORII PRESIUNII VÂNTULUI PENTRU REPUBLICA MOLDOVA

Zonarea hazardului natural din vânt în Republica Moldova a avut ca date de intrare valorile maxime anuale ale vitezei vântului la 10 m deasupra terenului, măsurate în 18 stații meteorologice ale Serviciului Hidrometeorologic de Stat, în perioada 1990 – 2011. Rezultatele analizei statistice sunt valorile caracteristice ale vitezei vântului având IMR = 50 ani, determinate în repartiția de valori extreme tip I, Gumbel pentru maxime. Repartiția de probabilitate Gumbel pentru maxime este recomandată în ultimele 4 ediții ale standardului american ASCE 7/(1988, 1993, 2000, 2006) - Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures, Documentul Joint Committee on Structural Safety, Wind Loads, 1995, 2000 și în Documentul ISO/TC 98/SC3/WG 2/N 129 rev, Draft for DP 4354, Wind Actions on Structures și justificată de corelația între coeficienții de oblicitate și de variație ai maximelor anuale măsurate în stațiile meteorologice din Republica Moldova pe o durată de peste 50 de ani.

În continuare este prezentat calculul valorilor de referință ale vitezei și a presiunii dinamice a vântului în Republica Moldova – Stația meteorologică Briceni. Similar s-au efectuat calcule pentru celelate 17 stații meteorologice.

Determinarea numărului claselor o vom efectua după regula Sturges:

$$k = 1 + 3.32 \lg N = 1 + 3.32 * \lg N = 5.46 \quad (1)$$

Derminăm media, abaterea standart și coeficientul de variație vizei maxime anuale:

$$m_1 = \sum_1^{22} f_i x_i = 13.64 \frac{m}{s} \quad (2)$$

$$\sigma_1 = \sqrt{\sum_1^{22} f_i (x_i - m_1)^2} = 4.50 \frac{m}{s} \quad (3)$$

$$V_1 = \frac{\sigma_1}{m_1} = 0.330 \quad (4)$$

Tabel 1 Frecvențe ale maximelor anuale ale vitezei vântului în stația meteorologică Briceni

i	Intervalul de grupare a vitezelor, m/s	Valoarea centrală a intervalului x_i , m/s	Frecvențe absolute	Frecvențe relative f_i	Frecvențe relative cumulate
1	8 - 12	10	11	0.500	0.500
2	12 - 16	14	5	0.227	0.727
3	16 - 20	18	4	0.182	0.909
4	20 - 24	22	1	0.045	0.955
5	24 - 28	26	1	0.045	1.000

Parametrii repartiției Gumbel pentru maximele anuale, α_1 și modulul u_1 au valorile:

$$\alpha_1 = \frac{1.282}{\sigma_1} = 0.285 \quad (5)$$

$$u_1 = m_1 - 0.45 \cdot \sigma_1 = 11.61 \frac{m}{s} \quad (6)$$

Având în vedere că determinăm fractilul vitezei având probabilitatea 2% de a fi depășită într-un 1, rezultă că: $N = 1 \text{ an}$, iar $p = 1 - 0.02 = 0.98$, determinăm

$$K = K_N = \left(\frac{-\ln \ln \frac{1}{p}}{1.282} - 0.45 \right) + \frac{\ln N}{1.282} = \left(\frac{-\ln \ln \frac{1}{0.98}}{1.282} - 0.45 \right) + \frac{\ln 1}{1.282} = 2.593 \quad (7)$$

Respectiv fractilul vitezei cu probabilitatea 2% de a fi depășit într-un an este:

$$v_{0.98} = x_{0.98} = m_1 + 2.593 \cdot \sigma_1 = 25.30 \frac{m}{s} \quad (8)$$

Valoarea presiunii dinamice a vântului este presiunea determinată cu valoarea de referință a vitezei vântului

$$q_b = \frac{1}{2} \rho_a v_b^2 = \frac{1}{2} * 1.25 \frac{kg}{m^3} * \left(25.30 \frac{m}{s} \right)^2 = 400 Pa \quad (9)$$

3. ZONAREA ACȚIUNII VÂNTULUI PE TERITORIUL REPUBLICII MOLDOVA

În urma analizei rezultatelor obținute rezultă următoarele:

La Est – observăm o constantă a vitezelor de referință obținute. Stația meteorologică Camenca, Rîbnița, Dubăsari, Tiraspol au rezultate constante ce se situează în limita valorilor 17-18 m/s;

La Sud – observăm valori egale în Comrat și Ceadâr Lunga, câte 18 m/s și o valoare mai mare a vitezei de referință la Cahul – de 23 m/s și Leova – 21 m/s;

La Nord – observăm că stațiile meteorologice Briceni, Soroca și Bălți au o valoare ridicată a vitezelor de referință a vântului, cu valori de 26 m/s la Briceni, 23 m/s la Soroca și 20 m/s la Bălți;

La Vest – observăm o constantă a vitezelor de referință a vântului la Cornești și Fălești, 16 m/s, respectiv 15 m/s, însă în stația meteorologică Codri observăm o valoare ridicată de 24 m/s.

În Centru – observăm viteze relativ egale la Bălțata, Bravicea și Chișinău cu valori cuprinse între 14-19 m/s.

Tabel 2 Valorile de referință pentru viteza și presiunea dinamică a vântului pentru cele 18 stații meteorologice

Nr.	Stația meteorologică	$x_{0,98}$, m/s	q_b , kPa
1	Bălțata	19	0.23
2	Bălți	20	0.25
3	Bravicea	17	0.18
4	Briceni	26	0.42
5	Cahul	23	0.33
6	Camenca	18	0.20
7	Ceadâr-Lunga	18	0.20
8	Chișinău	14	0.12
9	Comrat	18	0.20
10	Cornești	16	0.16
11	Dubăsari	18	0.20
12	Fălești	15	0.14
13	Leova	21	0.28
14	Rîbnița	17	0.18
15	Soroca	23	0.33
16	Ștefan-Vodă	20	0.25
17	Tiraspol	18	0.20
18	Codrii	24	0.36

Pentru elaborarea Hartii de hazard de vânt a Republicii Moldova, vom uniformiza rezultatele obținute și vom determina numărul de zone în care este recomandat de împărțit teritoriul Republicii Moldova, după acțiunea vântului.

Tabel 3 Valorile de referință pentru viteza și presiunea dinamică a vântului în Republica Moldova având IMR=50 ani

Zona	$v_{b,0}$ (m/s)	$q_{b,0}$ (kN/m ²)
1	30	0.56
2	20	0.25
3	25	0.39
4	28	0.49

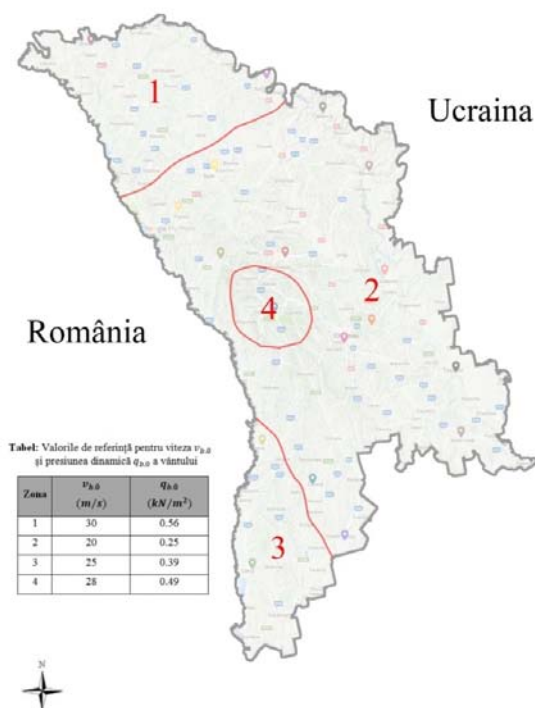


Figura 1. Harta de zonare a valorii fundamentale a vitezei de referință a vântului în Republica Moldova având IMR=50 ani

4. CONCLUZII ȘI DEZVOLTĂRI ULTERIOARE

S-au obținut variațiile maxime anuale ale vitezei vântului.

În acest scop, prin aplicația Microsoft Excel s-au procesat masivele de date istorice măsurate la înălțimea 10 m în punctele celor 18 stații meteorologice pentru o perioadă de 22 ani (1990 – 2011).

S-a stabilit că în Republica Moldova au loc următoarele tendințe: La Nord, Sud și regiunea Codrilor Moldovei sunt valori caracteristice ale vitezei vântului mai mari, constituind de la 21 – 26 m/s. La Est și centrul sunt valori caracteristice omogene, constituind de la 14 – 20 m/s.

Astfel s-au identificat două direcții contrare predominante ale vântului: nord-vest și sud-est, ceea ce confirmă studiile făcute anterior în baza măsurărilor istorice de până în anul 1990.

În concluzie:

Determinarea valorilor de referință ale vitezei și presiunii dinamice ale vântului în cadrul teoriei valorilor extreme și anume repartiția Gumbel pentru maxime, având intervalul mediu de recurență standart 50 (IMR=50 ani), cu probabilitatea de depășire 2% într-un an, relevă faptul că în unele regiuni ale Republicii Moldova, acțiunea de la presiunea dinamică a vântului depășește cadrul normativ în vigoare și anume СНИП 2.01.07-85 "Нагрузки и Воздействия" (trad. SNIP 2.01.07-85 "Încărcări și Acțiuni"), prin urmare este necesar de a reactualiza datele normate pentru acțiunea vântului asupra structurilor.

Bibliografie

1. Rachier, Vasile. *Evaluarea Potențialului Energetic Eolian al Republicii Moldova*. Chisinau : s.n., 2016. C.Z.U 620.9:004 (478) (043.2).
2. Todos, Petru, Sobor, Ion. *Studiul datelor statistice meteorologice cu privire la caracteristicile vântului pe teritoriului Republicii Moldova*. Chișinău : UTM, 2011. ISBN 978-9975-45-159-8.
3. Bati, A. *SNIP 2.01.07-85 "Încărcări și Acțiuni"*. Moscova, 1985.
4. Eremeev, Petru. *CP A.01.02/L:2014 "Aplicarea și utilizarea Eurocodurilor"*. Chișinău : ICȘC "INCERCOM" Î.S., 2014.
5. Văcăreanu, Radu. *Eurocod 1: Acțiuni asupra structurilor Partea 1-4: Acțiuni generale - Acțiuni ale vântului*. București : Asociația de Standartizare din România, 2006.
6. Văcăreanu, Radu. *Siguranța structurilor la acțiuni seismice și climatice*. 2011.
7. Ghiocel, Dan, Lungu, Dan. *Acțiunea vântului, zăpezii și variațiilor de temperatură în construcții*. București : Editura Tehnică București, 1972.
8. Lungu, Dan, Văcăreanu, Radu. *Eurocod 1: Acțiuni asupra structurilor Partea 1-4: Acțiuni generale - Acțiuni ale vântului; Anexa Națională a României*. București : Asociația de Standartizare din România, 2007.
9. Goroško, A. V., Roizman, V. P. *Modelarea matematică a sistemelor de mașini*. 2013
10. Lungu, Dan, Ghiocel, Dan. *Metode Probabilistice în Calculul Construcțiilor*. București : Editura Tehnică, 1982. C.Z. 624 04 516 21.

11. Gordeev, V. N., Lantuh-Leașenco, I. *Acțiuni și încărcări pe clădiri și structuri* s.l. : SCAD Soft, 2007.
 12. Lvovschii, E. N. *Metode statistice pentru construcția formulelor empirice*. Moscova : Școala Superioară, 1988. ISBN 5-06-001264-6.
- * * PN-EN 1991-1-4:2008: *Eurokod 1: Oddziaływanie na konstrukcje -- Część 1-4: Oddziaływanie ogólne -- Oddziaływanie wiatru*. Warszawa : PKN, 2008

Creșterea eficienței energetice în clădiri prin introducerea materialelor cu schimbare de fază

Vizitiu Robert Ștefan,

doctorand, Facultatea de Construcții și Instalații Iași, e-mail@ robert.vizitiu@tuiasi.ro

Rezumat

Materialele cu schimbare de fază sunt substanțe chimice care au proprietatea de a stoca energia termică și de a o elibera sub formă de căldură latentă datorită faptului că au puncte de topire și solidificare apropiate.

Există o varietate mare de materiale cu schimbare de fază, iar în funcție de tipul lor sau de punctul de topire, pot fi utilizate la diverse aplicații pentru a crește eficiența energetică a unei clădiri.

Această lucrare urmărește trei aspecte. Prima secțiune prezintă tipuri de materiale cu schimbare de fază, în a doua se discută despre tehnici de încapsulare iar ultima parte include informații despre aplicabilitatea acestor materiale.

Cuvinte cheie: materiale cu schimbare de fază, încapsulare, căldura latentă, eficiență energetică.

1. INTRODUCERE

Scăderea consumului de energie concomitent cu utilizarea energiilor regenerabile este o problemă intens discutată la nivel global. În țările dezvoltate, sectorul clădirilor utilizează între 20-40% din totalul de energie produsă, acest procent crescând anual.

Stocarea energiei termice poate avea un impact semnificativ asupra comportamentului energetic al unei clădiri. Utilizarea materialelor cu schimbare de fază (PCM) aduce un beneficiu acestei tehnici datorită capacității acestora de a stoca energia și de a o elibera sub formă de căldură latentă atunci când sursă de energie nu mai este disponibilă. Pentru multe forme de energii regenerabile, stocarea energiei termice este esențială.

Primele cercetări asupra înglobării acestor materiale în sectorul clădirilor au început în 1940 prin construcția unor tipuri de casă pilot de către dr. Maria Telkes din SUA. În 1946, aceasta construiește o casă de 135 m² împărțită în 5 spații, numită „The dover house”. 18 panouri absorbante negre colectau radiația solară

care mai apoi era stocată în 3 containere care conțineau 21 tone de material cu schimbare de fază (Glauber's Salt).

În urma unei analize realizate pe un număr de peste 20.000 de materiale cu schimbare de fază, s-a constatat că doar 1% sunt eficiente pentru utilizarea în sectorul clădirilor. Cele mai importante sunt parafina și sărurile hidrate, pentru aplicații sub 100 °C.

2. MATERIALE ȘI METODOLOGIA CERCETĂRII

2.1 Tipuri de material cu schimbare de fază

În funcție de starea de agregare, materialele cu schimbare de fază pot fi de tip solid-solid, solid-lichid, solid-gaz sau lichid-gaz.

Cele care includ gaze sunt mai puțin preferate datorită volumului mare de stocare necesar. Astfel, cele mai eficiente sunt cele de tip solid-lichid. La rândul lor, materialele cu schimbare de fază de tip solid-lichid pot fi de tip organic, anorganic sau mixturi.

Cele organice, că parafina sau n-octadecan, au o gamă largă de temperaturi și o mai bună stabilitate chimică. Cele anorganice, că apa sau sărurile hidrate, au o mai bună conductivitate termică și își schimbă mai puțin volumul în timpul schimbării de fază, însă se răcesc mai rapid și sunt corozive.



Fig. 1 Parafina comercializată de Rubitherm
(<https://www.rubitherm.eu/en/index.php/productcategory/organische-pcm-rt>)

2.2 Încapsularea materialelor cu schimbare de fază

În timpul schimbării de fază, când materialul trece din stare solidă în stare lichidă, acesta are tendința de curgere. O încapsulare corespunzătoare devine astfel necesară. Încapsularea este tehnica de a menține materialul într-un container sigilat.

Materialul cu schimbare de fază și polimerul (sau materialul anorganic) funcționează ca și miez respectiv capsulă. Capsula are și rolul de a mări conductivitatea termică a materialului. Diverse materiale încapsulate cu proprietățile lor sunt prezentate în Tabelul 1.

Miez (PCM)	Conductivitatea termică a PCM (W/m*K)	Capsula	Conductivitatea termică a capsulei (W/m*K)	Eficiența (%)	Conductivitatea termică a încapsulării (W/m*K)
n-octadecan	0.153(solid)	CaCO ₃	2.467	40.04	1.264
n-octadecan	0.1505	Silice	1.296	57.7	0.6213
n-octadecan	0.152	Oxid de zirconiu	2.560	64.52	0.906
RT 42	0.369	CaCO ₃	-	-	0.814
Parafină	0.265	Silice	-	50.8	1.031
RT 21	0.15	Polimetil metacrilat	0.192	-	2.41

Tabelul 1. Conductivitatea termică a diverselor tipuri de materiale încapsulate

Unul din materialele uzual folosite pentru capsulă este carbonatul de calciu(CaCO₃). Acest tip de încapsulare a fost testat cu n-octadecan ca miez,(Yu și ceilalți, 2014),sau cu mixturi de parafină RT28 și RT42,(Wang și ceilalti, 2016), pentru a verifica comportamentul și eficiența încapsulării.

Alte materiale folosite des pentru încapsulare sunt polimerii. Însă, datorită conductivității termice scăzute, polimerii sunt de obicei modificali pentru a le spori capacitatea de a transfera energie termică. Un tip de încapsulare este cea cu parafină RT21 ca și miez și polimetil metacrilat ca și capsulă, care mai apoi este învelită într-un strat de argint,(Al-Shannaq și ceilalți, 2017).

3. REZULTATE CANTITATIVE, CALITATIVE ȘI INTERPRETĂRI

Rezultatele experimentale ale încapsulării n-octadecanului în carbonat de calciu au arătat că încapsularea își crește conductivitatea termică o dată cu creșterea grosimii capsulei de CaCO₃ având astfel o conductivitate termică a ansamblului de 1.264

W/m*K comparativ cu doar 0.153W/m*K a n-octadecan-ului pur (Yu și ceilalți, 2014).

De asemenea, și încapsularea cu parafină și carbonat de calciu a arătat o creștere a conductivității termice de până la 2-3 ori față de parafina în stare liberă, (Wang și ceilalți, 2016). Pe lângă această îmbunătățire, capsula mai are și rolul de a proteja materialul cu schimbare de fază și de a-i mări perioada de viață

În ceea ce privește încapsularea parafinei RT21 în capsula de polimetil metacrilat, s-au urmărit două aspecte în vederea sporirii conductivității termice, diverse mărimi ale particulelor și diverse grosimi ale învelișului de argint. Dupa cum era de așteptat, conductivitatea termică a capsulei a crescut proporțional cu grosimea stratului de argint, însă un strat prea gros va duce la scăderea entalpiei la schimbarea de fază, (Al-Shannaq și ceilalți, 2017).

Pentru protejarea mediului înconjurător și a conservării energiei au fost implementate și utilizate noi surse de energie cum ar fi energia solară sau eoliană. Însă, aceste noi surse au un regim intermitent și fluctuant. Materialele cu schimbare de fază pot îmbunătăți eficiența acestor moduri de producere a energiei, fiind capabile de a menține o temperatură constantă în timpul tranziției de fază, făcându-le utilizabile în domenii ca producerea energiei solare, sectorul clădirilor, recuperarea de energie termică, etc.

3.1 Materiale cu schimbare de fază în producerea energiei solare

Radiația solară este considerată că fiind o bogată sursă de energie regenerabilă, dar există numai în zilele senine. Materialele cu schimbare de fază pot stoca energie solară în timpul zilei și pot aproviziona pe timp de noapte sau zi înnoată, astfel încât acestea sunt utilizate pe scară largă în sistemul de energie solară. Există două tipuri populare de sistem de energie solară, sistem de încălzire a apei și sistem de generare a energiei termice solare.

3.1.1 Sistemele solare de încălzire a apei

Sistemele solare de încălzire a apei sunt prietenoase cu mediul înconjurător și facilitează producerea de energie termică. Însă sistemele convenționale sunt ineficiente pe timp de vreme rea sau pe timp de noapte. Materialele cu schimbare de fază pot ajuta în această privință.

Stocarea energiei solare în parafină a fost studiată într-un sistem de producere a apei calde format dintr-un colector de energie solară cu șase țevi de cupru cu diametrul de 80 mm. Experimentul s-a desfășurat în zilele senine din lunile ianuarie, februarie și martie. S-a constatat că schimbul de temperatură din sistemul cu PCM este diferit față de cel fără PCM. Sistemul cu PCM are o creștere a temperaturii de la intrare până la înălțimea de 2.5m a stocatorului cu parafină iar

pentru ultimii 7.6m rămâne aproape constantă. În lipsa soarelui, sistemul se răcește și materialul cu schimbare de fază în stare lichidă devine o sursă de căldură pentru apa care circulă, până la solidificarea complete (Khalifa și ceilalți, 2013).

3.1.2 Sistemele de generare a energiei termice solare

Materialele cu schimbare de fază sunt eficiente și în producerea de energie termică. De exemplu, pentru o centrală termică solară aflată în Shiraz, Iran au fost investigate performanțele energetice ale centralei cu și fără integrarea materialelor cu schimbare de fază. Rezultatele au indicat că eficiența sistemului fără PCM este de 30% pentru energie și 10% pentru exergie, însă adăugând PCM în colectoarele solare, eficiența exergiei crește până la 30% datorită capacității mari de stocare a căldurii latente a materialului cu schimbare de fază. Cu cât punctul de topire este mai mare cu atât eficiența exergetică crește (Mahfuz și ceilalți, 2014).

3.2 Materialele cu schimbare de fază în clădiri

Cu îmbunătățirea continuă a standardelor de viață cresc și standardele confortului termic cerut în clădiri, rezultând astfel o cerere mai mare de energie în special pe timpul verii și a iernii. Integrând materiale cu schimbare de fază în clădiri nu numai că va scădea consumul de energie ci va spori și confortul termic.

Pentru a analiza eficiența unui astfel de ansamblu, s-au integrat materiale cu schimbare de fază în plăci de gips cu scopul de a crește proprietățile termice ale clădirilor. S-au investigat proprietățile plăcilor de gips prin simulări computerizate a distribuțiilor de temperaturi din diverse orașe. S-a constatat că eficiența materialului cu schimbare de fază depinde de temperatura exterioară. Poate fi confirmat faptul că plăcile de gips cu PCM integrat au un efect excelent asupra conservării energiei și pot fi folosite atât pentru clădiri noi cât și pentru cele vechi (Sharifi și ceilalți, 2017).

3.3 Materialele cu schimbare de fază în sisteme de recuperare a căldurii

Recuperarea căldurii are un impact major în economisirea de energie și reducerea emisiilor, însă de multe ori există un timp de așteptare între producerea deșeurilor energetice și necesitatea de utilizare. Aceasta problemă poate fi rezolvată cu sisteme de recuperare a căldurii cu materiale cu schimbare de fază, datorită capacității acestora de a stoca căldura latentă.

O eficientizare de acest gen a acestor tipuri de sisteme este introducerea parafinei RT 20, ca material cu schimbare de fază, într-un recuperator de căldură cu tuburi termice. Sursă din care se recuperează este apa uzată a unei clădiri. Rolul parafinei este de a stoca energia termică recuperată din agentul termic primar și de a o ceda

agentului termic secundar, care este folosit pentru preîncălzirea apei calde menajere (Burlacu și ceilalți, 2018).

4. CONCLUZII ȘI DEZVOLTĂRI ULTERIOARE

Materialele cu schimbare de fază pot îmbunătăți semnificativ eficiența energetică a unei clădiri. Încapsularea lor previne scurgerea sau afectarea materialului cu schimbare de fază, și crește conductivitatea termică.

Introducerea acestora în materiale de construcție, în sisteme de producere a apei calde, în recuperarea de energie termică sau în producerea ei, va avea un impact pozitiv asupra consumului de energie, deci și asupra mediului înconjurător.

Ca dezvoltări ulterioare, propun introducerea materialelor cu schimbare de fază în mai multe tipuri de recuperatoare de căldură în vederea creșterii eficienței lor și totodată a eficienței energetice a clădirilor în cadrul căreia vor fi folosite aparatele. Un recuperator de căldură cu parafină integrată ar putea reduce consumul de energie într-o clădire cu până la 12% în lunile de iarnă și 30% în lunile de vară când este folosit doar pentru producerea apei calde menajere.

De asemenea, un material cu schimbare de fază ar putea crește eficiența tuburilor termice folosite în diverse aplicații, datorită faptului că pot funcționa în regimuri apropiate de temperatură cu acestea.

Bibliografie

1. Al-Shannaq R, Kurdi J, Al-Muhtaseb S, Farid M. Innovative method of metal coating of microcapsules containing phase change materials. *Sol Energy* 2016;vol.129:54–64.
2. Burlacu A, Sosoi G, Vizitiu R.S, Barbuta M, Lazaresu C.D,Verdes M, Serbanoiu A.A, Innovative system for heat recovery from used water în the building sector. *Procedia Manufacturing* 22 (2018) 722–729
3. Chandrakant Wani, Praveen Kumar Loharkar: A review of phase change materials as an alternative for solar thermal energy storage. *Materials today: Proceedings* 4 (2017) 10264-10267
4. Fang X, Fan LW, Ding Q, Yao XL, Wu YY, Hou JF, Wang X, Yu ZT, Cheng GH, Hu YC. Thermal energy storage performance of paraben–based composite phase change materials filled with hexagonal boron nitride nanosheets. *Energy Convers Manag* 2014;80:103–109.
5. Ivan G., Calotă R. Beneficiile oferite de integrarea materialelor cu schimbare de fază în instalațiile termice. 2010
6. Khalifa AJN, Suker KH, Mahmoud MS. A storage domestic solar hot water system with a back layer of phase change material. *Exp Therm Fluid Sci* 2013;44:174–181.
7. Mahfuz MH, Kamyar A, Afshar O, Sarraf M, Anisur MR, Kibria MA, Saidur R. Metselaar IHSC. Exergetic analysis of a solar thermal power system with PCM storage. *Energy Convers Manag* 2014;78:486–492.
8. Peng K, Fu LJ, Li XY, Yang JO, Yang HM. Stearic acid modified montmorillonite as emerging microcapsules for thermal energy storage. *Appl Clay Sci* 2017;138:100–106.

9. Pérez-Lombard L, Ortiz J, Pout C. A review on buildings energy consumption information. *Energy Buildings* 2008;40:394–398.
10. Sharifi NP, Shaikh AAN, Sakulich AR. Application of phase change materials in gypsum boards to meet building energy conservation goals. *Energy Build* 2017;138:455–467.
11. Sharma RK, Canesan P, Tyagi VV, Metselaar HSC, Sandaran SC. Developments in organic solid–liquid phase change materials and their applications in thermal energy storage. *Energy Convers Manag* 2015;95:193–228.
12. Wang TY, Wang SF, Luo RL, Zhu CY, Akiyama T, Zhang ZG. Microencapsulation of phase change materials with binary cores and calcium carbonate shell for thermal energy storage. *Appl Energy* 2016;171:113–119.
13. Yatağanbaba A, Ozkahraman B, Kurtbas I. Worldwide trends on encapsulation of phase change materials: a bibliometric analysis (1990–2015). *Appl Energy* 2017;185:720–731
14. Yu SY, Wang XD, Wu DZ. Microencapsulation of n–octadecane phase change material with calcium carbonate shell for enhancement of thermal conductivity and serving durability: synthesis, microstructure, and performance evaluation. *Appl Energy* 2014;114:632–643.
15. Zhang HZ, Wang XD, Wu DZ. Silica encapsulation of n–octadecane via sol–gel process: a novel microencapsulated phase–change material with enhanced thermal conductivity and performance. *J Colloid Interface Sci* 2010;343:246–255.
16. Zhang Y, Wang XD, Wu DZ. Microencapsulation of n–dodecane into zirconia shell doped with rare earth: design and synthesis of bifunctional microcapsules for photoluminescence enhancement and thermal energy storage. *Energy* 2016;97:113–126.
17. www.rubitherm.eu/en/index.php/productcategory/organische-pcm-rt