

Colecția **Manifestări științifice**



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

Al XII-lea simpozion național
Creații universitare
Cercetări științifice interdisciplinare în
Inginerie Civilă
2019



ISSN 2247-4161

ISSN-L 2247-4161



Editura Societatii Academice "Matei-Teiu Botez"

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

CREAȚII UNIVERSITARE 2019

**Cercetări științifice interdisciplinare
în Inginerie civilă**



Editura Societății Academice „Matei - Teiu Botez”
Iași 2019

Al XII-lea Simpozion Național „Creații universitare”, Iași, 2019

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. O scurtă istorie a evoluției acoperișurilor verzi - Baciuc Ioana-Roxana	1 -10
2. Apa ca mediu de stocare - Baran Andreea Irina	11 - 18
3. Dinamica dezvoltării construcțiilor rezidențiale din Municipiul Suceava – Chirilă Bogdan	19 - 31
4. Protejarea fundațiilor de suprafață la ciclurile repetate de îngheț-dezgheț - Cotor Alexandru	32 - 38
5. Mixturi asfaltice cu bitum aditivat - Hanganu Dumitru – Dragoș	39 - 46
6. Betoane cu deșeuri rezultate din demolări - Hanuseac (Ghalayini) Ligia Georgiana	47 - 59
7. Deșeurile municipale, sursă de energie neconvențională pentru clădiri - Lupu Marius Lucian	60 - 69
8. Evoluția instalațiilor de sprinklere - Mitrea Mihai Ciprian	70 - 77
9. Procesul de modificare al biturilor - Nanea Dana Ramona	78 - 87
10. Evaluarea riscurilor de accidentare și îmbolnăvire profesională pe șantierele de construcții cu metoda I.N.C.D.R.M - Nantu Andreea Elena	88 - 101
11. Evaluarea nivelului de întărire a betonului prin metoda gradului de maturizare - Pamfil Alexandra	102 - 109
12. Factorii de stres ai conductelor din material plastic - Radermacher Ladislau	110 - 118
13. Influența configurației și structurii rețelei rutiere asupra siguranței în circulație - Roman (Popușoi) Angela	119 - 128
14. Construcții hidrotehnice din pământ – soluții de consolidare - Sbîrlea Cătălin	129 - 136
15. Dezvoltarea sistemelor structurale rezistente la cutremur și măsurile pentru asigurarea ductilității elementelor sistemului tip cadru de beton armat - Sococol Ion	137 - 147
16. Determinarea rezistenței pavelor din beton la acțiunea factorilor climatici - Ursachi Dragoș Dumitru	148 - 155
17. Determinarea sensibilității la îngheț-dezgheț a pământurilor stabilizate cu lianți hidraulici de tip Dorosol conform STAS 1709 -3 - Zghibarcea Ștefan Vladimir	156 - 161

O scurtă istorie a evoluției acoperișurilor verzi

Ioana-Roxana Baciuc,

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

Rezumat

Originea acoperișului verde poate fi descrisă asemenea unui vin vechi îmbuteliat într-o sticlă nouă. Pornind de la această idee, cercetările arheologice și istorice cât și evaluările geografice, dovedesc incertitudinea în ceea ce privește momentul apariției acestui tip de amenajare și evoluția sa, din punct de vedere structural și nu numai. Lucrarea are ca scop studiul aprofundat al subiectului, pentru o înțelegere mai clară a conceptului de acoperiș verde și a modului de funcționare a acestuia. Începând studiul cu vechile adăposturi antice, precursorul acestui concept, continuând cu acoperișurile verzi din regiunea Arctică și finalizând cu acoperișurile verzi moderne ca ecosistem, vor fi evidențiate principalele linii ale evoluției.

Cuvinte cheie: acoperiș verde; cercetări arheologice; adăposturi antice.

1. INTRODUCERE

În perioada antică, acoperișul verde a fost utilizat ca parte a locuințelor din lut și cel mai probabil își găsește rădăcinile cel puțin în perioada Neolitic, dovadă fiind resturile arheologice găsite după o lungă perioadă de timp (Kristjansdottir și ceilalți, 2001; Loveday, 2006; Bathhurst și ceilalți, 2010). Cele mai reprezentative structuri sunt întâlnite fie în cadrul locuințelor, fie ca parte din monumentele istorice ale regalității, aristocraților sau instituțiilor religioase. Ruinele simbolice, care stau la baza acestor constatări, datează încă din secolul al IX-lea d.Hr. (Hoffecker, 2005). Utilizarea casei acoperite cu iarbă a fost pentru prima dată întâlnită în regiunea nordică, acolo unde oamenii se confruntau cu temperaturi extreme influențate de condițiile climatului artic și totodată de lipsa resurselor naturale (Sawyer, 1997). Însă, cea mai întâlnită menționare asupra istoriei grădinilor pe acoperiș este cea care începe în jurul anului 500 î.Hr., având ca punct de referință Grădinile Suspendate din Babylon până în Evul Mediu, fiind semnalate și câteva exemple în Europa (UNESCO, 2016a). După aceste trimiteri, în istoria acestor sisteme apare un gol, următoarele referințe apărând în anul 1960, în Germania, unde se observă o modernizare a sistemului de acoperiș verde în ceea ce privește materialele, metoda de construcție și designul (Köhler și Keely, 2005; Thuring și Dunnet, 2014).

Este de o mare importanță să fie explorată aceasta arhitectură vernaculară și totodată urmărită diseminarea influenței vikingilor, în modul de evoluție și răspândire a conceptului, în Europa și parțială în America de Nord. Inuiții din America de Nord au dezvoltat în mod similar adăposturile acoperite cu un strat de iarbă (Morrison și Germain, 1995; Snow și Forman, 2009). Pe de altă parte, nomazii, în zona de stepă din Asia Centrală, zonă lipsită de arbori, au utilizat din abundență brazdele de iarbă pentru a-și construi locuințele (Ching, 2012). Modul lor de adaptare la condițiile extreme de viață, cu resurse limitate, a demonstrat echivalarea culturală a ingeniozității umane. Expresia determinismului ecologic echivalează cu eforturile umane similare de a dezvolta locuințe care să fie adaptate constângerilor și condițiilor climatice locale (Gottmann, 1957; Sørensen și Møller, 2010).

În perioada modernă, locuințele acoperite cu brazdă de iarbă au fost înlocuite cu sisteme noi realizate din materiale prefabricate, ce aduc un plus din punct de vedere tehnologic, a durabilității și totodată a mentenanței și eficienței (van Hoof și van Dijken, 2008). Pentru a facilita înțelegerea reprezentării în timp a evoluției acoperișurilor verzi se specifică anii fiecărei perioade și anume Neoliticul, cuprins între anii 8000-4000 î.Hr., Antichitatea cuprinsă între anii 4000 î.Hr. – 500 d.Hr., perioada medievală cuprinsă între anii 500 d.Hr. – 1500, modernitatea timpurie ce cuprinde perioada dintre anii 1500-1900, modernitatea târzie, ca perioadă între 1900-1999 și perioada recentă începând cu 2000 până în prezent.

Casele acoperite cu brazdă de iarbă au fost construite și întreținute în mod corespunzător în perioada medievală și mai puțin în perioada modernă. Casele de acest tip în bune condiții se mai găsesc foarte rar (Evans, 1940; Wilkinson, 2009), însă tehnicile de construire și cunoștințele care au stat la baza creării acestor locuințe sunt păstrate în Muzeul de Istorie Skagarfjörður, din Islanda (Sigurðardóttir, 2008). De asemenea, în Islanda a existat inițiativa de a aplica în 2011 în cadrul UNESCO, pentru recunoașterea în patrimoniul mondial, a unui exemplu de case cu brazdă de iarbă conservată în Muzeul Național din Islanda. Astfel de inițiative în afara zonei artice sunt foarte rare, dar avem cazuri izolate, cum ar fi Abyssinia (în prezent, Etiopia) întâlnite în 1806 (George, 1809).

Această lucrare urmărește crearea unei imagini clare a originilor acoperișului verde. Documentarea este bazată pe interpretări interdisciplinare care apar în literatura de specialitate, acoperind diverse discipline, cum ar fi antropologie, arheologie, ecologie, etnografie, geografie, istorie și istoria naturii. Interacțiunile dintre om și natură furnizează paradigma de evaluare a ingeniozității umane datorită lipsei resurselor pentru construirea locuințelor în condițiile climatice dure din zona arctică. Cercetarea începe prin evaluarea originii funcționale a acoperișurilor verzi în două stagii ale inovației umane. A doua secțiune a articolului, prezintă pământul ca material empiric de construcție, ce este utilizat pentru locuințele primitive datorită rezistenței sale la condițiile de mediu. A treia secțiune este dedicată perioadei de dezvoltare în zona arctică, unde în mod

conștient, încep să se recolteze brazdele de iarbă pentru a realiza acoperișuri verzi. Secțiunea a patra prezintă pe scurt preluarea tehnicilor tradiționale și modul în care au fost utilizate acestea în perioada modernă și totodată noua tehnologie a acoperișului verde, privit ca un ecosistem. Luând în considerare toate aceste detalii, s-a stabilit în linii mari care sunt rădăcinile acestui concept și care a fost evoluția sa în timp, elemente prezentate succint în concluziile acestei lucrări.

2. PRECURSORUL ACOPERIȘULUI VERDE - ACOPERIȘUL CU STRAT DE PĂMÂNT ȘI VEGETAȚIE

În cele mai vechi timpuri, oamenii căutau refugiu în peșteri, locuri unde puteau fi feriți de pericolele exterioare. Umblând în pustiuri pentru căutarea hranei, au fost nevoiți să creeze adăposturi temporare pentru a-și asigura supraviețuirea în condiții meteorologice dure. Printre funcțiile fundamentale ale locuințelor primitive amintim protejarea și adăpostirea familiei, menținerea sănătății locuitorilor, asigurarea intimității și stocarea bunurilor personale (Anderson, 1962; Rapoport, 1969). Calitățile de bază au fost simplitatea, caracterul practic, integritatea, durabilitatea, economia muncii, disponibilitatea materialelor și adecvarea la climatul local și mediul general.

Principalele provocări ale adăposturilor au fost temperaturile extreme, gravitatea, vântul, ploaia, apele curgătoare, animalele sălbatice, creșterea agresivă a plantelor și cutremurul. La momentul respectiv, au fost necesare trei tipuri de materiale naturale, care să fie rezistente, dure și durabile, precum pietrele, lemnul și oasele. Frunzele vii, așternutul organic mort, coaja de copaci și pielea animală erau materiale ce s-au dovedit neadecvate datorită degradării lor rapide. Solul, fie în formă uscată, fie umedă, era intermediar prin proprietățile sale și putea fi prelucrat astfel încât să se obțină ceea ce se dorește (săpat, tăiat, turnat, modelat, tencuit). Încă din epoca neolitică, oamenii au utilizat solul pentru a construi locuințe în diverse forme (Rapoport, 1969; Loveday, 2006).

Adăpostul primitiv avea cel mai probabil o formă conică simplă, cum ar fi tepea nativă americană, fără a fi necesară o legătură între acoperiș și perete. În acest caz, nămolul a fost utilizat ca tencuială pe o plasă de lemn sau de bambus acoperită cu paie, exemplificată în resturile arheologice ale populației Swahili din Tanzania (Fleisher și LaViolette, 1999; Cook, 2005) și Kenya (Wilson și Omar, 1997). În Asia Centrală, înregistrările vechi au descris un cadru de acoperiș din lemn acoperit cu ramuri, pe care nămolul era tencuit pentru a susține creșterea și dezvoltarea vegetației (Schuyler, 1876), o metodă care este încă utilizată (Friesem și ceilalți, 2014). Nativii americani au construit case „hogan”, într-o manieră similară (Hait, 1983; Nabokov și Easton, 1989).

Apariția agriculturii, în perioada neolitică, a favorizat existența sedentară, necesitând adăposturi permanente, care au evoluat în formă de casă cu perete vertical și acoperiș înclinat. În perioada respectivă, oamenii au învățat că pereții și acoperișurile mai groase pot rezista nu doar împotriva vântului și a apei, ci pot favoriza și un mediu termic interior favorabil, prin reducerea căldurii în timpul verii și păstrarea căldurii în timpul iernii. Materialele dure, cum ar fi piatra și lemnul, au asigurat sistemul structural, iar pământul în stare umedă se utiliza pe suprafața exterioară pentru a etanșa pereții și acoperișul (McHenry, 1984). Pentru a reduce necesarul de materiale și totodată pentru a spori protecția împotriva vremii nefavorabile, locuințele au fost, de obicei, semi-subterane sub formă de case în cariere (van Hoof și van Dijken, 2008).

Solul ca material de construcție este utilizat, dar cu anumite constrângeri. Pământul granular trebuia tratat pentru construirea adăposturilor. Aceasta implica uscarea și întărirea pământului înainte (*in situ*) sau după (*ex situ*) aplicarea pe perete sau acoperiș. Alternativ, pământul umed putea fi tăiat în benzi sau blocuri și poziționat pentru a construi pereți, care, prin uscare, ajunge la o consistență tare (van Hoof și van Dijken, 2008). În zona tropical-umedă, pământul lateritic bogat în oxizi de fier și aluminiu putea fi tăiat direct în blocuri și uscat la soare, pentru a se întări și pentru a construi pereții și acoperișurile (Gidigas, 1974; Lemougnan și ceilalți, 2011). Cărmizile modulare puteau susține casa fără elemente structurale.

Considerată ca o adaptare specială la climatul cald și uscat (Dahl și Kristensen, 2010), casa de pământ a avut o răspândire geografică extinsă, variind de la latitudinile tropicale la cele arctice, de la cald până la frig și de la zone uscate la cele umede, cu diverse adaptări culturale locale (Rapoport, 1969). Unele cazuri favorabile au fost nominalizate pentru încadrarea lor în Patrimoniul Mondial (UNESCO, 2016b), cum ar fi tulou-ul (care înseamnă „casă de piatră” în chineză) spațiu ce adăpostește un întreg sat din sudul Chinei (Xie, 2004; UNESCO, 2016c).

3. LEAGĂNUL ACOPERIȘURULUI VERDE - REGIUNEA ARCTICĂ

Materialele degradabile, de obicei, materiale din materie vegetală vie sau moartă, și materiale din pământ, au fost utilizate, în mod obișnuit, în adăposturile primitive și în arhitectura vernaculară. Materialele durabile, cum ar fi plăcile de ardezie (naturale) sau plăcile de argilă (natural-modificate), au fost descoperite în cadrul rămășițelor arheologice din Vechiul Oraș, din epoca bronzului (circa 2500 î.Hr.) și în epoca romană (Edlund-Berry, 2010). Nu au fost folosite decât pentru o perioadă relativ scurtă de timp, deși aceste materiale pentru acoperișuri au fost utilizate, pe scară largă, în realizarea clădirilor publice importante monumentale (Wikander, 1990; Sapirstein, 2009). În regiunea arctică, materialele de tipul lemnului, pietrelor,

argilei nu au putut oferi suficientă izolație împotriva vremii defavorabile. Lipsa arborilor a reprezentat un dezavantaj în convertirea argilei în plăci și cărămizi. Alternativele trebuiau găsite pentru o mai bună comportare la temperaturi scăzute și retenție termică.

Zona arctică prezenta cel mai aspru mediu, o frontieră nordică pentru dezvoltarea și evoluția umană (McCartney și Veltre, 1999). Iernile lungi și reci sunt însoțite de furtuni frecvente cu vânt puternic, efect sever de răcire datorită vântului și duratei lungi de întuneric. Verile scurte erau pe o perioadă de doar câteva luni. Cele mai multe soluri erau de tipul permafrost, și suprafața terenului era deseori acoperită de zăpadă. În ciuda precipitațiilor rare, din cauza ceții, a evapotranspirației scăzute și permafrostului subiacent, stratul superior al solului era adesea îmbibat cu apă. Vegetația naturală, în principal tundra cu productivitate scăzută, cu înălțime mică, biomasă minimă și mușchii cu creștere lentă, lichenii, și unele tipuri de arbuști, era acoperită de zăpadă de cele mai multe ori.

În Europa, vikingii sau poporul nordic au locuit în regiunea arctică timp de secole (Sawyer, 1997). Primul val de coloniști vikingi în teritoriile nordice, inclusiv Insulele Feroe și Shetland, au degradat habitatele naturale sărace și instabile. Vegetația slabă, formată dintr-un număr redus de arbori, din Insulele Feroe, a fost rapid ștearsă prin introducerea culturilor de cereale și prin creșterea animalelor domestice, în principal capră și oaie (Hannon și Bradshaw, 2000). Deteriorarea climatului și totodată modificările temperaturii au dus la degradarea ecologică. Ecosistemele fragile cu puțină capacitate de refacere, ce au dispărut treptat datorită activităților de pășunat intensiv, au înlocuit flora lemnoasă perenă cu ierburi (*Gramineae*). Forma de relief înclinată cu solul scheletic subțire a fost vulnerabilă la degenerarea solului antropogenic și dificil de recuperat. O istorie similară de mediu a fost impusă Islandei, imediat după așezarea nordică în jurul secolului al IX-lea d.Hr. (Hermanns-Audardóttir, 1991), marcată de despădurirea largă și eroziunea solului (Dugmore și ceilalți, 2000).

În America de Nord, inuiții (cunoscuți și ca eschimoși) s-au adaptat la condițiile extreme (Morrison și Germain, 1995). Ei s-au stabilit în nordul Canadei, Alaska, Groenlanda și Siberia. Ca specialiști ai zonei arctice, ei s-au adaptat fiziologic și morfologic pentru reținerea căldurii corporale și protejarea împotriva leziunilor la rece. Ei au dezvoltat culturi, tehnologii și abilități de organizare pentru a asigura supraviețuirea (Hoffecker, 2005). Coloniștii au construit case, folosind cherestea și adăugând alte materiale naturale. Importurile de lemn provenite din zonele sudice au fost limitate din cauza distanței de navigație și a mijloacelor economice limitate, în mare măsură de subzistență.

Cu o economie de deficit, popoarele nordice au cultivat solul, pentru a cultiva gazon sau pentru a-l utiliza pe case. În special, unele case vechi și biserici din țările nordice, cum ar fi Islanda, Insulele Feroe și Scandinavia, au păstrat vechea practică (Bisiker, 1902). Barabara, construită de popoarele indigene din Insulele

Aleutian, a fost parțial subterană și reprezenta o structură substanțială din lemn acoperită de gazon (Malmros, 1999).

Rămășițele arheologice ale acoperișurilor de gazon au fost descoperite în ținuturile arctice în Europa (Milek, 2012) și America de Nord. În anii 1870 și 1880, coloniștii europeni se îndreaptă spre frontiera vestică a SUA, unde se confruntă cu deficitul de lemn din preeria deschisă. Departate de sursele de lemn și materiale de construcții fabricate, au improvisat ajungând la utilizarea solului și a ierbii pentru a construi case pe baza experienței lor scandinave sau din Asia Centrală (National Geographic, 2015). Pereții și acoperișurile au fost fabricate din iarbă de preerie întărită cu straturi suplimentare de sol (Kennedy, 2006). În alte regiuni, înregistrările istorice și arheologice sunt rare. În Japonia, erbaceele cu rădăcini scurte sunt crescute în mod tradițional pe acoperișuri de stuf pentru armare și decorare (Nagase și Dunnett, 2013).

4. ACOPERIȘULUI VERDE MODERN ȘI ACOPERIȘUL VERDE CA ECOSISTEM

Principala preocupare a primilor coloniști în Nord a fost etanșezarea casei pentru a rezista vântului și pătrunderea apei. În Islanda, sunt întâlnite bune exemple de case cu gazon proiectate, construite și conservate (Bisiker, 1902; Sawyer, 1997), exemplele și terminologia lor fiind adoptate în cadrul studiilor relevante. Cel mai bun gazon provine dintr-un sol argilos, fără straturi de distribuție a particulelor de dimensiuni contrastante, și cu o masă bine formată de rădăcină. Terenurile acoperite de plante de mlaștină cu conținut ridicat de umiditate a solului reprezentau o zonă-sursă adecvată.

Gazonul era recoltat folosind un instrument special de fier cu un mâner de lemn numit coasă de gazon (Sigurðardóttir, 2008). Gazonul era recoltat în piese tabulare portabile în două forme, fie o formă îngustă (benzi), sau un torfa (gazon), care este de aproximativ două ori mai largă. Banda îngustă se aseamănă cu o pană cu o parte mai groasă. Alternativ, gazonul poate fi tăiat de spadă sau lopată, în blocuri de diferite mărimi și forme. Pentru a construi ziduri, benzi și blocuri de gazon, formele tăiate sunt înrolate. Acoperișul folosește, de obicei, pane de forță. Uneori, o fâșie de adâncime mai groasă, dar uniformă de până la 30 cm este tăiată în blocuri de acoperiș cu laturi teșite pentru a opri alunecarea sau pentru efectul de ancorare.

Casa acoperită cu gazon, ca inovație tehnologică, denotă o soluție culturală la provocările naturale, bine adaptată la condițiile nefavorabile climatice și de resurse. Aceasta demonstrează un design arhitectural vernacular bine reglat sub un regim de deficit (van Hoof și van Dijken, 2008). Scara poate varia foarte mult de la case

mici interne sau ferme mici și mai puțin latrine, ecranări, la structuri monumentale destul de mari, ar fi biserici .

Prin combinarea solului, a apei și a vegetației într-un singur pachet, acoperișul ar putea sprijini un ecosistem semi-natural crescut înfloritor, care emulează cu ecosistemul de pajiști naturale. Moștenită de societățile moderne, tehnologia tradițională a fost reînviată, îmbunătățită și promovată ca soluție bazată pe natură. Pentru înțelegerea funcționării sale, optsprezece funcții ale acoperișului verde au fost postulate și evaluate individual, în timp ce, în realitate, ele lucrează la unison ca părți ale întregului.

Acoperirea vegetației protejează solul de impactul direct al stropilor de ploaie, care ar putea degrada altfel structura solului și induce compactarea și eroziunea. Se poate reduce viteza vântului la limita de strat aer-sol, pentru a suprima suspendarea și îndepărtarea particulelor de sol. Țesuturile vii împreună cu deșeurile organice de pe suprafața solului, ar putea scădea viteza fluxului de apă de scurgere, pentru a controla eroziunea solului. Gunoiul organic poate servi ca mulci pentru a reduce pierderile de apă din sol prin evaporare, și temperaturile moderate extreme ale solului prin reducerea maximului și ridicarea minimului. Acoperișul vegetal ar contribui la estetica zonei în care este instalat, lucru mai puțin important în timpurile antice și istorice.

Acoperișul gazon multi-stratificat poate întârzia trecerea de căldură în sau în afara casei, prin conducție. În timpul verii, evapotranspirația vegetației și a solului ar răci materialele acoperișului. Suprafața de acoperiș interioară relativ caldă și suprafața de acoperiș răcoroasă în aer liber ar crea un gradient termic, pentru a atrage căldura pentru a disipa prin acoperiș. În timpul iernii, suprafața acoperișului foarte rece, în comparație cu spațiul interior încălzit artificial ar crea, de asemenea, un gradient termic pentru a trage de căldură în sus. Cu toate acestea, pătura de zăpadă acumulată pe acoperiș și izolarea termică a straturilor acoperișului ar întârzia această pierdere de căldură. Aerul rece poate pătrunde cu greu în spațiul interior datorită aceluiași efect de ecranare.

5. CONCLUZII

Dezvoltarea acoperișului verde a fost interpretată din perspectiva eforturilor umane de a crea adăposturi eficiente și practice. Originea sa se află în Antichitate, începând cu pământul utilizat ca tencuială pe un cadru de lemn brut pentru a sigila lacunele și de a spori capacitatea de rezistență la diferite schimbări ale vremii. Metode similare au fost folosite în timpurile moderne de către unele popoare care au aderat la căile tradiționale. Tencuiala cu pământ reprezintă un substrat pentru a primi ploaia, unde se poate stabili o acoperire naturală a vegetației, semnificând nașterea acoperișului verde spontan realizat din pajiști. Aceasta reprezintă stadiul

empiric al tehnologiei, ce a permis descoperirea și studierea beneficiilor unui sol cu strat de vegetație ce acoperă adăpostul primitiv.

Îmbunătățiri suplimentare ale adăpostului au adus la construirea casei cu pereți și acoperiș, permițând transferul de calificare învățat. Tencuielile acoperișurilor înclinate cu multe bucăți mici de pământ necesita muncă considerabilă și timp. Emularea muncii naturii, tăierea gazonului în benzi portabile sau piese au dus la reducerea în special a eforturilor de instalare eficientă a solului și a vegetației într-o singură acțiune. Astfel, acoperișul acoperit de gazon a fost creat pentru a înlocui acoperișul de pajiști spontane. Mediul natural cu pajiște ușor disponibile a oferit materiile prime necesare dezvoltării și perfectării inovației.

O parte din natură a fost transferată cu succes și a devenit parte din suprafața artificială a acoperișului pentru a aduce o modificare a modului de acoperire a clădirilor. Aceasta denotă evoluția de la un procedeu simplu și practic compus din pământ tencuit sprijinit de un cadru de lemn, la ceva mai elaborat, dar în mod similar, acoperiș acoperit cu gazon. Inovația a fost păstrată de-a lungul timpului în case acoperite cu gazon și lăsată ca moștenire timpurilor moderne. Dintr-o rădăcină tradițională antică, ea a evoluat cu succes în artă populară și arhitectura vernaculară, și apoi a devenit o soluție tehnologică modernă adoptată pe baza preocupărilor de mediu, prin revizuirea și revitalizarea cunoștințelor și abilităților preistorice.

După câteva decenii de practică modernă, principiile de bază ale designului acoperișului verde, în ciuda secolelor de utilizare au rămas valabile și contemporane. Cu toate acestea, materialele și tehnicile au fost reînnoite din anii 1960. Deși se poate observa o evoluție clară în ceea ce privește tehnica de construire, elementele componente și scopul utilizării, acoperișurile verzi moderne păstrează conceptul inițial și metoda de utilizare adaptându-le cerințelor actuale.

Bibliografie

1. Anderson C.R., *Primitive shelter*, Ekitics, **XIII**, 276-281, (1962).
2. Bathurst R.R., Zori D., Byock J., *Diatoms as bioindicators of site use: Locating turf structures from the Vikings Age*, Journal of Archaeological Science, **XXXVII**, 2920-2928, (2010).
3. Bisiker W., *Across Iceland*, Edward Arnold, London, (1902).
4. Ching F.D.K., *A Visual Dictionary of Architecture* (second edition), Wiley, Hoboken, New Jersey, (2012).
5. Cook R.A., *Reconstructing perishable architecture: Prospects and limitations of a fort ancient example*, North American Archaeologist, **XXVI**, 4, 357-388, (2005).
6. Dahl T., Kristensen E.T., *Hot and cold*, Climate and Architecture, Routledge, Abington, Oxon, UK, 57-73, (2010).
7. Dugmore A.J., Newton A.J., Larsen G., Cook G.T., *Tephrochronology, environmental change and the Norse settlement of Iceland*, Environmental Archaeology, **V**, 1, 21-34, (2000).
8. Edlund-Berry I., *Architectural terracottas and roofing systems of the later 7th and 6th c.B.C. in Italy*, Journal Roman Archaeology, **XXIII**, 439-444, (2010).
9. Evans E.E., *The Irish peasant house*, Ulster Journal of Archaeology, **III**, 165-169, (1940).

10. Fleisher J., LaViolette A., *Elusive wattle-and-daub: finding the hidden majority in the archaeology of the Swahili*, Azania Archaeological Research in Africa, **XXXIV**, 1, 87-108, (1999).
11. Friesem D.E., Tsartsidou G., Karkanis P., Shahack-Gross R., *Where are the roofs? A geo-ethnoarchaeological study of mud brick structures and their collapse processes, focusing on the identification of roofs*, Archaeological and Anthropological Sciences, **VI**, 73-92, (2013).
12. George V.V., *Voyages and Travels to India, Ceylon, the Red Sea, Abyssinia, and Egypt the years 1802, 1803, 1804, 1805, and 1806*, William Miller, **II**, London, (1809).
13. Gidigas M.D., *Degree of weathering in the identification of laterite materials for Engineering purposes: a review*, Engineering Geology, **VIII**, 3, 213-266, (1974).
14. Gottmann J., *Locale and architecture*, Landscape, **VII**, 1, 17-26, (1957).
15. Hait J.N., *Passive Annual Heat Storage: Improving the Design of Earth Shelters or How to Store Summer's Sunshine to Keep Your Wigwam Warm All Winter*, Rocky Mountain Research Center, Missoula, Manhattan, (1983).
16. Hannon G.E., Bradshaw R.H.W., *Impacts and timing of the first human settlement on vegetation of the Faroe Islands*, Quaternary Research, **LIV**, 3, 404-413, (2000).
17. Hermanns-Audardóttir M., *The early settlement of Iceland: results based on excavations of a Merovingian and Viking farm site at Herjólfssdalur, in the Westman Islands*, Norwegian Archaeological Review, **XXIV**, 1, 1-9, (1991).
18. Hoffecker J.F., *A Prehistory of the North: Human Settlement of the Higher Latitudes*, Rutgers University Press, New Brunswick, (2005).
19. Kennedy R.G., *Historic Homes of Minnesota*, Minnesota Historical Society Press, St. Paul, Minnesota, (2006).
20. Köhler M., Keely M., *Berlin: Green roof technology and policy development. Green Roofs: Ecological Design and Construction*, Schiffer Publishing, Atglen, Pennsylvania, (2005).
21. Kristjansdóttir S., Lazzeri S., Macchioni N., *An Icelandic medieval stave church made of drift timber: The implications of the wood identification*, Journal of Cultural Heritage, **II**, 97-107, (2001).
22. Lemougna P.N., Chinje Melo U.F., Kamseu E., Tchamba A.B., *Laterite based stabilized products for sustainable building applications in tropical countries: Review and prospects for the case of Cameroon*, Sustainability, **III**, 1, 81-104, (2011).
23. Loveday R., *Where have all the Neolithic houses gone? Turf: An invisible component*, Scottish Archaeological Journal, **XXVIII**, 2, 81-104, (2006).
24. Malmros C., *Exploitation of local, drifted and imported wood by the Vikings on the Faroe Islands*, Botanical Journal of Scotland, **XLVI**, 4, 552-558, (1994).
25. Milek K.B., *Floor formation processes and the interpretation of site activity areas: An ethnoarchaeological study turf building at Thvera, northeast Iceland*, Journal of Anthropological Archaeology, **XXXI**, 2, 119-137, (2012).
26. McCartney A.P., Veltre D.W., *Aleutian Island prehistory: Living in insular extremes*, World Archaeology, **XXX**, 3, 503-515, (1999).
27. McHenry P.G., *Adobe and Rammed Earth Buildings: Design and Construction*, Wiley, New York, (1984).
28. Morrison D., Germain G.H., *Inuit: Glimpses of an Arctic Past*, Canadian Museum of Civilization, Quebec, (1995).
29. Nabokov P., Easton R., *Native American Architecture*, Oxford University Press, New York, (1989).
30. Nagase A., Dunnett N., *Performance of geophytes on extensive green roofs in the United Kingdom*, Urban Forestry & Urban Greening, **XII**, 4, 509-521, (2013).
31. National Geographic, *An uncommon History of Common Things to Prairie sod house*, Washington, DC, (2015).
32. Rapoport A., *House Form and Culture*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, (1969).

33. Sapirstein P., *How the Corinthians manufactured their first roof tiles*, *Hesperia*J. The Journal of the American School of Classical Studies at Athens, **LXXVIII**, 2, 195-229, (2009).
34. Sawyer P., *The Oxford Illustrated History of the Vikings*, Oxford University Press, Oxford, (1997).
35. Schuyler E., *Turkistan: Notes of a Journal in Russian Turkistan, Kkhokand, Bukhara, and Kuldja*, Journal John F. Trow & Son, New York, (1876).
36. Sigurðardóttir S., *Building with turf (translated by N.M. Brown)*, Skagarfjörður Historical Museum, Skagarfjörður, Iceland, (2008).
37. Sørensen P., Möller W.F., *Place and climate*, Climate and Architecture, Routledge, Abington, Oxon, 13-21, (2010).
38. Snow D.R., Forman W., *Archaeology of Native North America*, Routledge, London, (2009).
39. Thuring C.E., Dunnett N., *Vegetation composition of old extensive green roofs (from 1980s Germany)*, *Ecological Processes*, **III**, 4, 1-11, (2014).
40. UNESCO, *Historic Centre of Lucca. World Heritage Tentative List*, World Heritage Conservation, (2016a).
41. UNESCO, *World Heritage Tentative List*, World Heritage Conservation, (2016b).
42. UNESCO, *Fujan Tolou. World Heritage Tentative List*, World Heritage Conservation, (2016c).
43. van Hoof J., van Dijken F., *The historical turf farms of Iceland: Architecture, building technology and the indoor environment*, *Journal Building and Environment*, **XLIII**, 6, 1023-1030, (2008).
44. Wikander Ö., *Archaic roof tiles the first generations*, *Hesperia*, **LIX**, 1, 285-290, (1990).
45. Wilkinson B., *A study of turf: Historic rural settlements in Scotland and Iceland*, *Architectural Heritage*, **XX**, 1, 15-31, (2009).
46. Wilson T.H., Omar A.L., *Archaeological investigations at Pate*, *Azania Archaeological Research in Africa*, **XXXII**, 1, 31-76, (1997).
47. Xie H.Z., *Construction techniques of rammed-earth construction of Fujan earth building*, *Housing Sciences*, **VII**, 39-42, (2004).

Apa ca mediu de stocare

Andreea Irina Baran,

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

Rezumat

Din punct de vedere energetic, apa prezintă cel mai mare potențial de acumulare a căldurii, implicând însă costuri suplimentare pentru amenajarea corespunzătoare a stocatorului în ceea ce privește etanșeitățile și izolarea termică. În cazul folosirii stocării în apă, compensarea sezonieră a sarcinii termice impune suplimentarea energiei reziduale recuperate, cu energie furnizată de o sursă adițională, în mod obișnuit solară. În concordanță cu obiectivul principal al temei de cercetare, pentru optimizarea globală a sistemelor de instalații echipate cu pompe de căldură, se propune o soluție originală de hibridizare a acestora prin utilizarea ca sursă rece a rezervoarelor de acumulare a volumului intangibil de apă pentru stingerea incendiilor.

Cuvinte cheie: pompă de căldură, stocare în apă, hibridizare, energie regenerabilă, energie recuperabilă.

1. INTRODUCERE

În cadrul Departamentului de Ingineria Instalațiilor din cadrul Facultății de Construcții și Instalații Iași de la Universitatea Tehnică din Iași au fost susținute programe de cercetare având ca principal obiectiv creșterea eficienței globale a sistemelor de instalații echipate cu pompe de căldură cu compresie mecanică de vapori (PCCMV). Tematica a două teze de doctorat a fost conservată studiului complex al surselor reci, amenajate ca stocatoare termice, cu autocompensare sezonieră.

În cadrul acestor lucrări, au fost efectuate studii și cercetări numerice și experimente asupra:

- mediilor pentru stocarea căldurii fizice și latente (materiale granulare, apă, materiale cu schimbare de fază);
- schimbătoarelor de căldură cu geometrie variabilă și flux termic uniform;
- fluidelor utilizate ca agent caloportor (apă, nanofluid);
- schemelor de realizare a instalațiilor pentru utilizarea pompelor de căldură monovalente în regim alternativ de încălzire/răcire;

- folosirea pentru cogenerarea energiei termice a căldurii reziduale recuperată din sistem și a energiei solare;
- alcătuirea constructivă a stocatoarelor în funcție de mediul utilizat.

Rezultate ale cercetărilor au fost publicate și comunicate în reviste de specialitate și în volume ale unor manifestări științifice.

În cadrul acestei lucrări se prezintă o soluție originală de hibridizare a instalațiilor prin cuplarea circuitului secundar al pompei de căldură și a instalației solare adiționale cu rezervorul de incendiu aferent obiectivului, folosit și ca stocator termic.

Aceasta prezintă ca principal avantaj reducerea efortului de investiție, prin eliminarea costurilor pentru amenajarea stocatorului necesar sistemului echipat cu PCCMV.

Din punct de vedere constructiv-funcțional, se elimină schimbătorul de căldură din circuitul secundar al PC, alimentarea vaporizatorului realizându-se în circuit deschis, cu apă din rezervorul de incendiu.

În acest scop, instalația hidraulică a rezervorului trebuie completată cu sisteme de difuzie și de colectare, concepute corespunzător pentru valorificarea și menținerea stratificării termice a volumului de apă, sisteme care pot fi realizate în diferite variante (figurile 1 și 2).

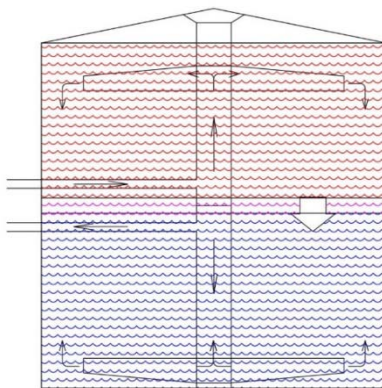
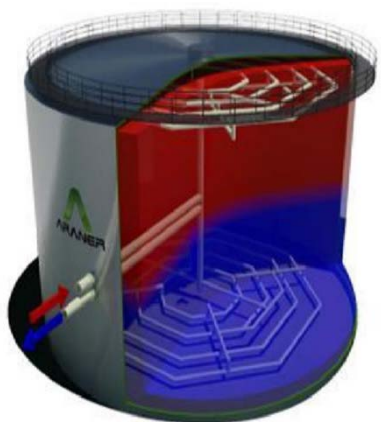


Fig. 1 Sistem de difuzie a apei în rezervor Fig. 2 Încărcarea rezervorului

În faza de încărcare, asigurată în sezonul cald, de energia reziduală din instalația de climatizare și respectiv furnizată la captatoarele solare, rezervorul este alimentat la partea superioară unde se colectează apa cu temperatura maximă.

În faza de descărcare produsă pe durata sezonului rece, sensul de circulație se inversează, alimentarea rezervorului realizându-se pe la partea inferioară, iar evacuarea prin dislocuirea volumelor de apă caldă acumulate la partea superioară.

Influența reciprocă a instalațiilor interconectate nu este de natură a împiedica realizarea funcțiunilor esențiale pentru care au fost concepute, după cum urmează:

- din circuitul secundar al PC și din circuitul instalației solare nu se extrag volume de apă de consum, astfel încât volumul rezervei intangibile de incendiu nu este afectat;
- temperatura agentului de stingere nu influențează efectul de izolare a focarului de incendiu;
- durata scoaterii accidentale din funcțiune a rezervorului de stocare este limitată la maxim două ore;
- în sezonul de încălzire, funcțiunea PCCMV poate fi îndeplinită de sursa independentă de siguranță.

În varianta de vehiculare a agentului secundar în circuit închis, se propune echiparea rezervorului cu un dispozitiv care să realizeze recircularea volumului de apă și omogenizarea temperaturilor și masa acestuia.

Constructiv, acesta este constituit dintr-o coloană centrală deschisă la extremități cu diametre de 300-500 mm, pe care sunt înfășurate serpentinele schimbătoarelor de căldură ale circuitului secundar al pompei de căldură și respectiv al instalației solare adiționale, realizate cu țevi din cupru.

Soluția este cu atât mai eficientă cu cât raportul dintre volumul și suprafața orizontală a stocatorului este mai mare.

Pentru caracterizarea distribuției temperaturilor în masa de apă din rezervor, la un moment dat, se propune ca indicator gradul/coeficientul de amestec, definit ca raport al bilanțurilor energetice corespunzătoare celor două situații posibile de funcționare a stocatorului – cu stratificare respectiv cu amestec complet.

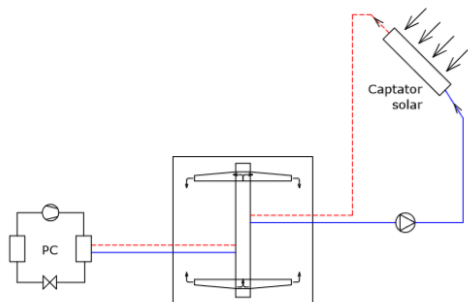


Fig. 3 Stratificare termică naturală

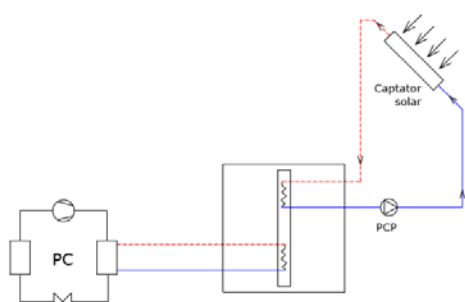


Fig. 4 Omogenizare termică naturală

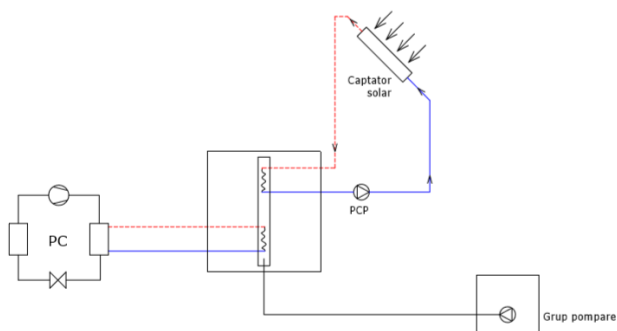


Fig. 5 Omogenizare termică forțată

2. RELAȚII DE CALCUL

2.1. Stocare în apă

2.2.1. Capacitatea termică necesară

- Regim încălzire:

$$Q_{SR}^{inc} = Q_{inc}^{sezon} * \left(1 - \frac{1}{COP}\right) [\text{kcal}]$$

- Regim climatizare:

$$Q_{SR}^{clim} = Q_{clim}^{sezon} * \left(1 + \frac{1}{\varepsilon}\right) [\text{kcal}]$$

- Volum stocator:

$$V = \frac{Q_{SR}^{inc}}{\rho c \Delta \theta} [\text{m}^3] \quad (1)$$

2.2.2. Instalația solară adițională (pe durata sezonului cald)

- Capacitate termică necesară:

$$Q_{solar} = Q_{SR}^{inc} - Q_{SR}^{clim}$$

$$Q_{solar} = (Q_{nec}^{inc} - Q_{nec}^{clim}) - \left(\frac{Q_{nec}^{inc}}{COP} + \frac{Q_{nec}^{clim}}{\varepsilon} \right) \quad (2)$$

- Numărul mediu de ore de funcționare posibil :

$$N = \frac{\sum N_j \cdot Z_j}{\sum Z_j} \quad [\text{ore/zi}] \quad (3)$$

unde: N_j – numărul mediu de ore strălucire soare/zi în lunile sezonului cald (-j)

Z_j – numărul mediu de zile însorite în luna j

- Debitul de apă încălzită de instalația solară :

$$D_{solar} = \frac{Q_{solar}}{\rho \cdot c \cdot \Delta t} \quad [\text{litri/oră}] \quad (4)$$

unde: $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$, $c = 1 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C}$

$\Delta t = t_{tur} - t_{retur} = 45 - 10 = 35^\circ\text{C}$

Q și N – conform (2) și (3)

- Suprafața necesară de panouri solare :

$$S_{panouri} = \frac{D_{solar}}{q} \quad [\text{m}^2] \quad (5)$$

unde: $q = 20 \text{ l/m}^2\text{h}$ – în circuit deschis (stocare cu stratificare)

$q = 10 \text{ l/m}^2\text{h}$ – în circuit închis (stocare cu amestec)

D_{solar} – conform (4)

2.2. Coeficientul de amestec

Pentru caracterizarea distribuției temperaturilor în masa de apă – stratificat sau uniform – se propune ca indicator “coeficientul de amestec” (Ca) definit ca raport al bilanțurilor termice globale la un moment dat, corespunzătoare celor două moduri de funcționare posibile – cu stratificare sau cu amestec.

$$Ca = \frac{\sum_T Q_{stratificat}}{\sum_T Q_{amestec}} \quad (6)$$

Ținând seama de energia termică stocată, pierderi și aport de căldură la momentul considerat, bilanțurile termice se pot exprima sub forma:

- În regim stratificat:

$$\Sigma_{\tau} Q_{strat} = \Sigma_{i=1}^n (\rho * c * V * \theta)_i - \Sigma_{j=1}^m [k * A(\theta - \theta_a)]_j + D_{solar}(45 - \theta_0) - G * c * (\theta_n - T_T) \quad (7)$$

- În regim cu amestec:

$$\Sigma_{\tau} Q_{amestec} = \rho * c * V * \theta_m - \Sigma_{j=1}^m [k * A(\theta_m - \theta_a)]_j + D_{solar}(45 - t_R) - G * c * (T_T - T_R) \quad (8)$$

2.3. Pierderile de căldură

Pierderile de căldură se produc prin pereții rezervorului (uscați și/sau udați) către mediul exterior care poate fi aer sau sol, corespunzător coeficientului de transfer aferent:

$$Q_{pierderi} = \sum k_i * A_i * \Delta\theta_i$$

- Pierderile de căldură prin suprafața în contact cu aerul exterior (supraterană uscată)

$$Q_{uscat} = Q_{acoperiș} + Q_{suprafață laterală}$$

$$Q_{uscat} = (k_1 * A_1 + k_2 * A_2)(\theta_{a \text{ intrare}} - \theta_{a \text{ stocator}}) \quad (9)$$

- Pierderile de căldură prin suprafața în aerul exterior (suprafața laterală supraterană udă)

$$Q_{udat} = Q_{suprafață laterală}$$

$$Q_{udat}(i) = k_3 * A_{3i}(\theta_{i \text{ apă}} - \theta_{a \text{ exterior}}) \quad (10)$$

- Pierderile de căldură în sol

$$Q_{udat} = Q_{suprafață laterală} + Q_{radier}$$

$$Q_{udat}(i) = (k_4 * A_{4j} + k_5 * A_5)(\theta_{j \text{ apă}} - \theta_{sol}) \quad (11)$$

în care:

A_1 – suprafața acoperișului; A_2 – suprafața laterală uscată; A_{3i} – suprafețe laterale udate la diferite temperaturi stratificate în contact cu aerul ; A_{4j} – suprafețe laterale udate la diferite temperaturi stratificate în contact cu solul ; A_5 – suprafața radierului rezervorului

- Coeficienții de transfer termic k_i

$$K_{1,2,3} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{\text{interior}}} + \sum_1 \left(\frac{\delta}{\lambda} \right)_{\text{strat}} + \frac{1}{\alpha_{\text{exterior}}}} \quad [\text{kcal/m}^2\text{°C}] \quad (12)$$

cu:

$$\alpha_{\text{interior}} = 5 \text{ și } \alpha_{\text{exterior}} = 20$$

$\left(\frac{\delta}{\lambda} \right)_{\text{strat}}$ – corespunzător materialelor utilizate (perete, izolație termică, protecție)

$$K_{4,5} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{\text{interior}}} + \sum_1 \left(\frac{\delta}{\lambda} \right)_{\text{strat}} + \left(\frac{\delta}{\lambda} \right)_{\text{pământ}}} \quad [\text{kcal/m}^2\text{°C}] \quad (13)$$

cu:

$$\alpha_{\text{interior}} = 500$$

$\left(\frac{\delta}{\lambda} \right)_{\text{strat}}$ – corespunzător materialelor utilizate (perete, izolație termică, protecție)

$\delta_{\text{pământ}} = \frac{1}{2} h$ cu h = adâncimea de fundare

2.4. Temperatura aerului la suprafața apei

- Temperatura aerului la suprafața oglinzii de apă se calculează cu relația:

$$\theta_{ai} = \frac{(A_1 * k_1 + A_2 * k_2) \theta_{a \text{ ext}} + S_{ap\tilde{a}} * \theta_{max} * \alpha}{A_1 * k_1 + A_2 * k_2 + S_{ap\tilde{a}} * \alpha} \quad (14)$$

cu:

$S_{ap\tilde{a}}$ – suprafața oglinzii de apă ; k_1, k_2 – conform (12)

și

$$\alpha = \frac{C_v (A_1 * k_1 + A_2 * k_2)}{(A_1 * k_1 + A_2 * k_2) (\theta_{ma} - \theta_{a \text{ ext}}) - Q_v} \quad (15)$$

unde:

Q_v – căldura degajată prin vaporizare de suprafața oglinzii de apă și care se determină cu relația:

$$Q_v = G_v (r_0 + 0,44 * \theta_{m \text{ ap\tilde{a}}}) \quad (16)$$

G_v – cantitatea de vapori degajată interioară la suprafața apei:

$$G_v = S_{ap\tilde{a}} * C_v (p_s - p_v) * \frac{760}{B} \quad [\text{kg/h}] \quad (17)$$

C_v – coeficientul de vaporizare:

$$C_v = 0,0299 + 0,0174v = 0,0403 \quad (18)$$

cu:

$r_0 = 597,3$ [kcal/kg] – căldura latentă de vaporizare a apei la 0°C

$v \approx 1,0$ [m/s] – viteza de circulație a aerului la suprafața oglinzii de apă

p_s - [mmHg] – presiunea de saturație a vaporilor de apă la temperatura medie a apei Θ_{am}

$p_v = 0,8 p_s$ [mmHg] – presiunea parțială a vaporilor de apă în aerul din bazin

$B \approx 760$ [mmHg] – presiunea barometrică

4. CONCLUZII

- Soluția propusă reprezintă o variantă fezabilă de optimizare a eficienței globale a sistemelor echipate cu pompe de căldură, cu avantaje semnificative.
- Din circuitul secundar al pompei de căldură și din circuitul instalației solare nu se extrag volume de apă de consum, astfel încât volumul rezervei intangibile de incendiu nu este afectat.
- Temperatura agentului de stingere nu influențează efectul de izolare a focarului de incendiu.
- Durata scoaterii accidentale din funcțiune a rezervorului de stocare este limitată la maximum două ore.
- În sezonul de încălzire, funcțiunea pompei de căldură poate fi îndeplinită de sursa independentă de siguranță.

Bibliografie

[1] Paksoy, H. – “Thermal Energy Storage for Sustainable Energy Consumption. Fundamentals, Case Studies and Design”, Springer, 2005

[2] Minciuc, E. – „Contract de finanțare nr. 66BG/2016. Creșterea competitivității ENET SA Focșani prin dezvoltarea și diversificarea serviciilor oferite și optimizarea tehnologiilor moderne de producere combinată a energiei electrice și termice”, București, 2017.

Dinamica dezvoltării construcțiilor rezidențiale din Municipiul Suceava

Chirilă Bogdan,

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

Rezumat

Începând cu anul 1950, în România a început construcția cartierelor cum ar fi cele din București (Floreasca, Pieptanari, Vatra Luminoasă), Ploiești (Eminescu, Hașdeu, Mândra, 24 Ianuarie), Hunedoara, Călărași, Pitești, Iași, Timișoara, Suceava etc. datorită creșterii necesarului de locuințe pentru muncitorii din industrie.

În perioada 1950-1990, suprafața municipiului Suceava s-a triplat. Dacă în anul 1966, suprafața pe care se întindea municipiul reședință de județ era de 442 de hectare, în 1989, aceasta a ajuns la 1.345 de hectare. Municipiul Suceava, împreună cu extravilanul său, totalizau, în 1989, 5.210 hectare, față de 1957, când acesta reprezenta doar 766 de hectare. Parcelările pentru locuințele unifamiliale au jucat însă un rol mai mic în creșterea teritorială a orașului.

Dezvoltarea clădirilor rezidențiale din orașul Suceava după anul 1990 a scăzut, industria s-a redus semnificativ, locurile de muncă se găseau tot mai greu și astfel o mare parte a populației a emigrat spre țările dezvoltate. Cererea a apărut după anii 2000, odată cu ajungerea la maturitate a copiilor clasei muncitorești din anii comunismului, coroborată cu investițiile făcute de cei care după anul 1990 au plecat să muncească în țări mai dezvoltate.

1. INTRODUCERE

Construcția cartierelor de clădiri colective rezidențiale din România a început în anul 1950 datorită cererii mari de locuințe necesare pentru clasa muncitorească. Această dezvoltare s-a produs la nivelul marilor orașe și, cu precădere, în orașele puternic industrializate.

Construcția clădirilor din municipiul Suceava a început în jurul anilor 1955, prin realizarea primelor clădiri colective de locuit. Odată cu această perioadă casele vechi au fost demolate și s-a făcut loc cartierelor actuale.

2. DEZVOLTAREA CONSTRUCȚIILOR REZIDENȚIALE DIN ROMÂNIA

Începând cu anul 1950 în România a început construcția cartierelor cum ar fi cele din București (Floreasca, Pieptanari, Vatra Luminoasă), Ploiești (Eminescu, Hașdeu, Mândra, 24 Ianuarie), Hunedoara, Călărași, Pitești, Iași, Timișoara,

Suceava etc., datorită creșterii necesarului de locuințe pentru muncitorii din industrie.



Fig. 1. Cartiere de locuințe colective: Cartierul Berceni – 1970, București (stânga) ; Cartierul Titan - 1967, București (dreapta)

Orașul Hunedoara a avut o dezvoltare rapidă, datorită combinatului siderurgic, populația orașului fiind în anul 1948 de circa 35498 locuitori ceea ce a condus la o cerere mare de locuințe; aceeași situație a fost și în Călărași, datorită deschiderii combinatului siderurgic în anul 1979, urmând o perioadă de avânt economic care a dus la dezvoltarea și construirea cartierelor muncitorești.

Municipiul Pitești s-a dezvoltat în anii 1970-1980 prin întocmirea unui proiect de sistematizare a zonei centrale, fapt ce a dus la dărâmarea a circa 90% din clădirile vechi și construirea noilor clădiri de locuințe de astăzi.

În Iași dezvoltarea s-a produs după cutremurul din 1977, autoritățile locale schimbând fața orașului prin dărâmarea clădirilor vechi și făcând loc marilor bulevarde și clădirilor adiacente.

Cartierele anilor 1950 erau compuse din clădiri cu regim de înălțime de P+2E și P+3E, iar spre sfârșitul anilor 1950 regimul de înălțime fiind crescut la P+4E, fiind introduse și blocurile turn cu regim de înălțime P+7E.

În jurul anului 1959 s-a început demolarea zonelor centrale ale multor orașe pentru a face loc blocurilor.

Anii 1960-1965 au dat startul construcțiilor masive de blocuri cu regim de înălțime P+4E și a blocurilor turn ce ajungeau până la P+9E.

Perioada de până în anul 1975 a avut ca și caracteristică pozitivă suprafața mare de spații verzi dintre blocuri datorită modului de amplasare a clădirilor față de străzi, lucru care s-a modificat după anii 1975 datorită modificării orientării clădirilor în raport cu străzile principale și suplimentării numărului de strazi secundare.

La bulevardele principale s-au amplasat blocuri cu 8-10 etaje care să le facă mai puțin vizibile pe cele din spate care aveau regim de înălțime redus. Distanța minimă între blocuri a rămas 20 metri în București, dar s-a redus la 12 metri în majoritatea orașelor. Acest stil arhitectural dă un aspect de îndeșire, dar în realitate densitatea de apartamente pe hectar a fost chiar mai scăzută decât în cincinalul anterior, datorită risipei de spațiu în prea multe străzi și între blocurile care nu sunt echidistante.

Anul 1975 a sporit confortul utilizatorilor prin introducerea grupului sanitar de serviciu la apartamentele cu 3 camere confort 1, până la acea perioadă doar apartamentele cu 4 camere având două grupuri sanitare.

Anii 1990 ne-au lăsat cu o serie de clădiri neterminate (figura 2), care ulterior au fost preluate de beneficiari particulari și transformate în clădiri de birouri sau locuințe.



Fig. 2. Clădiri începute înainte de 1990 și nefinalizate: a) Blocul-fantomă, Giurgiu
b) Bloc din Cartierul Titan - 1967, București

După anii 1990, în România s-au finalizat majoritatea clădirilor începute anterior iar apartamentele au fost trecute din proprietatea statului în proprietatea persoanelor private.

Fondul de locuințe construit ulterior, până în anul 2000, este mult mai redus în comparație cu ce s-a construit înainte de anul 1990 (figura 3). Ansamblurile de locuințe realizate ulterior perioadei comuniste s-au realizat în mare parte prin investitori particulari români sau străini și începând cu anul 1998 prin Agenția Națională Pentru Locuințe (ANL).

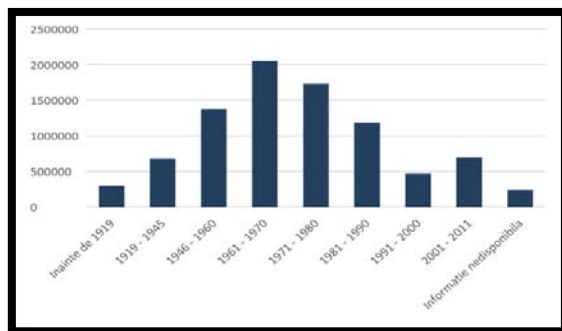


Fig. 3. Fondul de locuințe în funcție de perioada construirii
sursă: Institutul Național de Statistică (RPL 2011)

Noile cartiere din România de după anii 1990 au plusuri și minusuri, mulți investitori urmărind doar un câștig rapid, așa că în final proprietarii au primit cu totul altceva față de ceea ce li s-a promis sau au sperat că vor primi. Astfel, în

România se găsesc multe cartiere noi cu străzi înguste și neasfaltate, fără alimentare cu apă, canalizare sau cu canalizări care nu funcționează corespunzător și cu neconformități majore privind structura de rezistență și materialele utilizate la execuție.

În figura 4 este prezentat un exemplu de cartier cu străzi nefinalizate și locuri de parcare insuficiente.

Sunt și exemple pozitive, de cartiere cu arhitectură modernă, cu facilități pentru recreere, spații verzi generoase, alei, locuri de parcare și străzi cu două benzi. Exemple de astfel de cartiere dezvoltate în România sunt prezentate în figura 5.



Fig. 4. Exemple de rele practici în construirea de cartiere rezidențiale



Fig. 5. Exemple de bune practici în construirea de cartiere rezidențiale

3. DEZVOLTAREA CONSTRUCȚILOR REZIDENȚIALE DIN MUNICIPIUL SUCEAVA

Suceava este municipiul de reședință al județului cu același nume. Localitatea se află în sudul regiunii istorice Bucovina. Orașul este situat în Podișul Sucevei, pe cursul râului cu același nume, la 21 km distanță de vărsarea în Râul Siret.

Municipiul Suceava este unul dintre cele mai vechi și importante orașe ale României și este tranzitat de drumul european E85 (DN2), care asigură legătura rutieră cu București, față de care se află la 432 km. Magistrala CFR500 străbate orașul, care este nod feroviar, de aici desprinzându-se linia ferată către Transilvania.

Suceava se numără printre cele mai vechi și mai importante așezări ale României. A fost atestată documentar în anul 1388, în vremea în care domn al Moldovei era Petru al II-lea Mușat, cel care a mutat capitala de la Siret la Suceava, care a îndeplinit rolul de capitală a Principatului Moldovei timp de aproape două secole, până în 1565. Istoria așezării se leagă de numele câtorva dintre cei mai cunoscuți voievozi ai Moldovei, precum Alexandru cel Bun, Ștefan cel Mare și Petru Rareș. Între 1774 și 1918, Suceava a fost un oraș în Imperiul Austriac (ulterior Austro-Ungar), făcând parte din Regatul Galiției și Lodomeriei și Ducatul Bucovinei. În această perioadă, a îndeplinit rolul de localitate de frontieră austro-ungară cu Regatul României.

În secolul al XX-lea, orașul se extinde prin înglobarea localităților limitrofe Burdujeni și Ițcani, devenite cartiere. În perioada comunistă are loc un amplu proces de industrializare, populația orașului crescând de peste zece ori.

Suceava a primit rangul de municipiu în anul 1968. La recensământul din 2011, avea o populație de 92.121 de locuitori, fiind al 23-lea cel mai mare centru urban al României.

Actualul municipiul este compus din trei zone morfostructurale, care formează un triunghi (figura 6):

- Suceava propriu-zisă – situată pe platoul și pe versanții de pe partea dreaptă a râului Suceava, care include vechiul oraș;
- Burdujeni – cartier suburban situat pe malul stâng al râului Suceava, fostă localitate cu administrație proprie până în perioada interbelică;
- Ițcani – cartier suburban situat pe malul stâng al râului Suceava, fostă localitate cu administrație proprie până după al Doilea Război Mondial.

În perioada 1950-1990, suprafața municipiului Suceava s-a triplat. Dacă în anul 1966, suprafața pe care se întindea municipiul reședință de județ era de 442 de hectare, în 1989, aceasta a ajuns la 1.345 de hectare. Municipiul Suceava, împreună cu extravilanul său, totalizau, în 1989, 5.210 hectare, față de 1957, când acesta reprezenta doar 766 de hectare. Parcelările pentru locuințele unifamiliale au jucat însă un rol mai mic în creșterea teritorială a orașului (Tudose A., 2008).



Fig. 6. Harta orașului Suceava

După 1960, în partea de sud-vest a orașului au început să se contureze opt noi „cartiere”: Areni, cu 2.200 de apartamente, Zamca, cu 1.200 de apartamente, ansamblul Ștefan cel Mare, cu 1.600 de apartamente, ansamblul Mihai Viteazu, cu 2.300 de apartamente, George Enescu, cu 8.000 de apartamente, ansamblul Ana Ipătescu, cu 2.200 de apartamente, ansamblul Mărășești, cu 7.600 de apartamente, și Obcini, cu 5.000 de apartamente, care au înglobat o suprafață de 500 de hectare (Tudose A., 2008).

Conform schiței de sistematizare din 1975 și 1980, prin remodelare și, ulterior, demolarea vechiului centru urban al orașului din secolul al XIX-lea, valoarea indicatorului de urbanizare prin construirea de noi blocuri a crescut pentru Suceava la 76% (Tudose A., 2008).

În perioada 1954-1955, a început construirea condominiilor de pe străzile Armenească și Ion Creangă; în zona centrală a municipiului, fiecare bloc avea câte patru apartamente, parter și etaj, soluția tehnică fiind cărămida portantă și planșeele monolit. Cele patru blocuri, câte două pe fiecare stradă, au fost construite după un proiect de tip sovietic, fiind lucrate foarte prost, cu deținuți din Penitenciarul Suceava (Tudose A., 2008). În figura 7 sunt ilustrate clădirile din perioada 1894 și cele care le-au luat locul.

În perioada 1955-1958, pe strada Mihai Viteazul (figura 8), au fost construite opt blocuri, cu aproximativ 100 de apartamente, respectând aceleași proiecte sovietice utilizate și pe strada Armenească, cu locuințe spațioase, foarte înalte, cu spații total neeconomice.

După 1958, în municipiu s-au ridicat blocuri proiectate la Centrul de Proiectări din Suceava sau București (Tudose A., 2008).

După 1960, activitatea de construcție a început să fie mult mai bine sistematizată și organizată. Au apărut trusturi de construcții industriale și civile, dar a început și industrializarea Luncii Sucevei. Odată cu industrializarea era nevoie tot mai mare de locuințe pentru de muncitori, mare parte din aceștia fiind aduși de la sate.



Fig.7. Clădiri de pe Strada Armenească: Locuințe din perioada anului 1894 (stânga); Locuințe construite în perioada anilor 1954-1955 (dreapta)

În numai patru ani, au fost ridicate ansamblurile de pe Aleea Trandafirilor (figura 8) și cel de pe bulevardul Ana Ipătescu (figura 9), în zona cuprinsă între Teatrul din Suceava și Complexul Bucovina.

În perioada 1961-1963 (figura 10), a fost construit ansamblul din centrul Sucevei, inclusiv blocul turn de pe esplanadă (Tudose A., 2008).



Fig. 8. Clădiri construite în perioada 1955-1958 pe Strada Mihai Viteazul (stânga); Clădiri construite după anii 1960-1964 pe Strada Aleea Trandafirilor (dreapta)

Anul 1964 a însemnat un avânt în activitatea de construcție, mai ales din punct de vedere calitativ, pentru că nu se mai lucra cu deținuți. Din păcate, a fost vorba despre o perioadă scurtă în care s-a pus accent pe calitate, inclusiv pe calitatea proiectării, prin venirea la Suceava a arhitecților Nicolae și Maria Porumbescu, care au proiectat și Casa Culturii din Suceava. În aceste condiții au apărut ansamblurile Mărășești-Areni (figura 11) și Ion Vodă Viteazul (figura 12). În 1967, se proiectează și începe realizarea ansamblului de locuințe Tudor Vladimirescu (Tudose A., 2008) (figura 13).

Anul 1970 a marcat, în schimb, un avânt cantitativ în construirea de locuințe. În prima etapă, 1970-1974, a fost ridicat ansamblul George Enescu, în zona cuprinsă între Mărășești și Centrul de Calcul (figura 14). În 1975, începe construirea blocurilor din zona cuprinsă între Centrul de Calcul și satul Sf. Ilie (figura 15), inclusiv parte din cartierul Obcini.



Fig. 9. Clădiri construite în perioada 1960-1964 pe Strada Ana Ipatescu, spre Strada Ștefan cel Mare



Fig. 10. Clădiri construite în perioada 1961-1963 în centrul Sucevei



Fig. 11. Clădiri construite în perioada 1964 pe Strada Mărășești, dinspre Areni

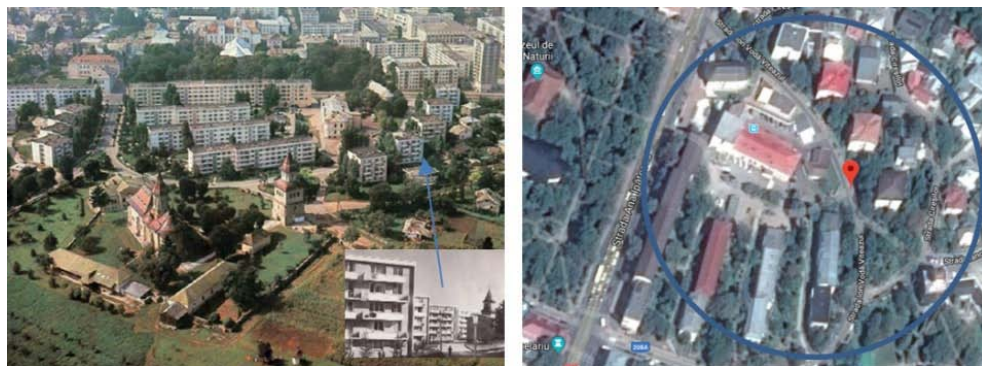


Fig. 12. Clădiri construite în perioada 1964 pe Strada Ion Vodă Viteazul

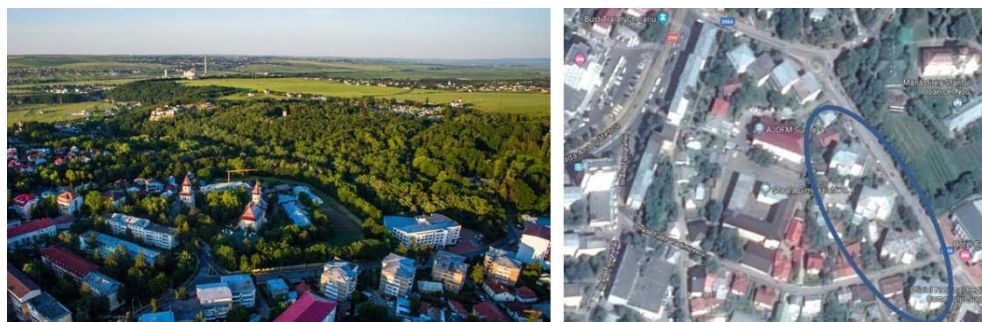


Fig. 13. Clădiri construite în perioada 1967 pe Strada Tudor Vladimirescu



Fig. 14. Clădiri construite în perioada 1970-1974, prima etapa a Cartierului George Enescu

După 1978, începe construirea cartierului Zamca (figura 16), concomitent cu cartierul George Enescu, ambele finalizate în 1982 și care cuprind 8.000 de apartamente.

În perioada 1978-1990, s-a conturat cartierul Burdujeni (figura 17), tot cu 8.000 de apartamente, recunoscut ca un cartier muncitoresc (Tudose A., 2008).

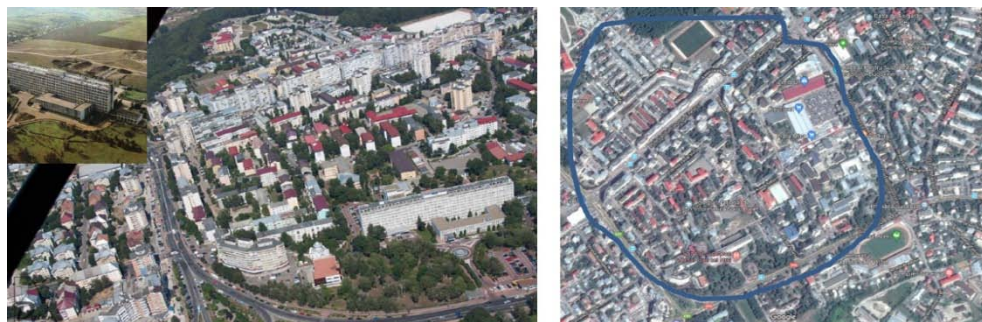


Fig. 15. Clădiri construite în perioada 1975-1982, a doua etapă a Cartierului George Enescu

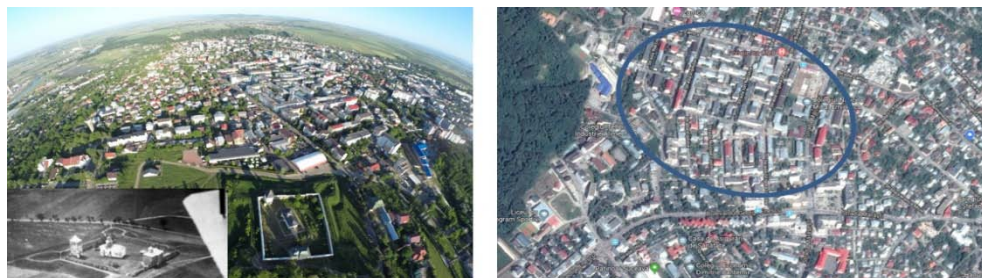


Fig. 16. Cartierul Zamca (foto mic, alb-negru Mănăstirea Zamca în anul 1929) și amplasarea acestuia

În 1980, s-a ajuns la maximum de cantitate și la minimum de calitate, deoarece calitatea nici nu era un principiu de interes. Se construiau aproximativ 2.000 de apartamente pe an (Tudose A., 2008).



Fig. 17. Clădiri din Cartierul Burdujeni în anul 1941 (foto mic) și amplasamentul cartierului

În perioada 1982-1985, se finalizează zona centrală (figura 18), mai exact strada Karl Marx (actuală Curtea Domnească), din păcate, din punct de vedere

arhitectural, mult sub standardul dorit, cu blocuri urâte și străzi înghesuite. Acest ansamblu s-a construit în urma unei dispute mai mult politice, decât profesionale : s-a luat decizia, discutabilă, de a se demola toate clădirile vechi din această zonă, fără să se ceară și opinia arhitecților (Tudose A., 2008).

Tot în anii 1980 se definitivează și remodelarea zonei centrale a orașului vechi, prin completarea ansamblului Ștefan cel Mare și construirea ansamblului Petru Rareș, cu 300 de apartamente.

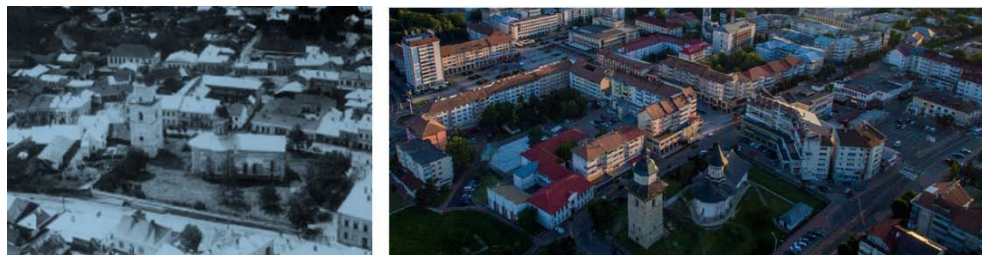


Fig. 18. Curtea Domnească 1926 (stânga); Curtea Domnească 2018 (dreapta)

După 1985, a început ridicarea cartierului Obcini (figura 19), a cărui construcție a durat până în 1993. Cele 6.000 de apartamente sunt ceva mai bine făcute sub aspectul izolației și chiar al confortului oferit de suprafețe. La construcția acestui cartier s-a adoptat soluția șarpantelor din lemn, care au înlocuit terasele ce trebuiau izolate anual (Tudose A., 2008).



Fig. 19. Cartierul Obcini în construcție, anul 1988

Numărul total al locuințelor din Suceava, apărute în perioada 1955-1990, este de aproximativ 35.000 de apartamente, în timp ce după 1990, numărul de locuințe construite nu a depășit 1.000 (Tudose A., 2008).

După anul 2000 în Suceava a început să se simtă lipsa locuințelor și dorința oamenilor de a locui în clădiri noi, mult mai spațioase și mai sigure. Astfel că a început din nou avântul construcției de locuințe prin toate zonele orașului, fiind

dezvoltate noi minicartiere sau plombări cu blocuri printre clădirile existente (figura 20).



Fig. 20. Clădiri și ansambluri rezidențiale noi în Orașul Suceava

4. CONCLUZII ȘI DEZVOLTĂRI ULTERIOARE

Dezvoltarea clădirilor rezidențiale din Orașul Suceava după anul 1990 a scăzut, industria s-a redus semnificativ, locurile de muncă se găseau tot mai greu și astfel o mare parte a populației a emigrat spre țările dezvoltate. Cererea a apărut după anii 2000, odată cu ajungerea la maturitate a copiilor clasei muncitorești din anii comunismului coroborată cu investițiile făcute de cei care după anul 1990 au plecat să muncească în țări mai dezvoltate.

După cum se observă în figura 21, evoluția clădirilor rezidențiale colective din orașul Suceava nu este deloc spectaculoasă în raport cu țările dezvoltate, dacă ne raportăm la nivelul municipiului București (figura 22), care este la momentul actual cel mai dezvoltat oraș din România, putem afirma că în anul 1900 construcțiile din Suceava erau la nivelul celor din București în anii 1860, urmând ca în jurul anilor 1960 proporțiile să se mai echilibreze datorită cererii mari de locuințe pentru clasa muncitoare în industrie, cu diferența că blocurile din București erau în mare parte de tip turn iar cele din Suceava cu regim de înălțime de P+4E.

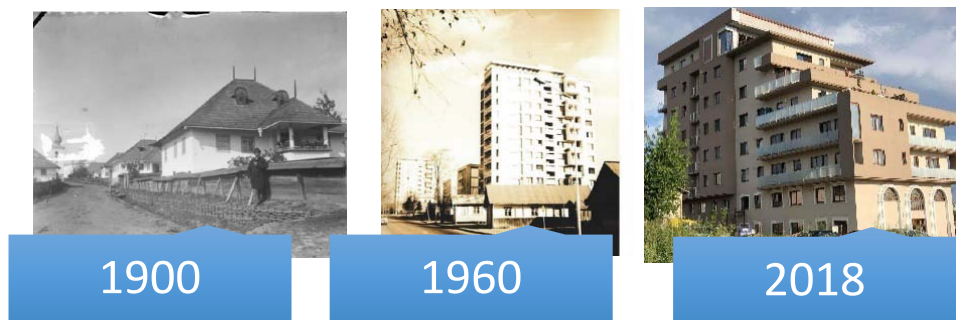


Fig. 21. Evoluția și dinamica construcțiilor rezidențiale din Orașul Suceava

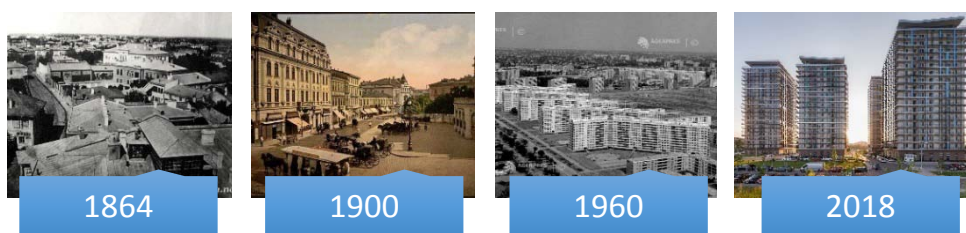


Fig. 22. Evoluția și dinamica construcțiilor rezidențiale din București

Această dezvoltare rapidă din Bucureștiul anilor 1960 își are acum reversul medaliei, deoarece marea parte a clădirilor construite în acea perioadă satisfac parțial o parte din exigențele esențiale ale utilizatorilor și, cu precădere, cea de rezistență mecanică și stabilitate.

Așa cum am prezentat în această lucrare în orașul Suceava cele mai multe construcții rezidențiale au fost realizate începând cu anul 1978, prin construirea marilor cartiere George Enescu, Obcini, Zamca, Curtea Domnească și Burdujeni, perioadă în care la proiectarea clădirilor se ținea cont de acțiunea seismică, aceste clădiri fiind mai puțin vulnerabile față de cele anterioare.

BIBLIOGRAFIE

1. Tudose, A., Suceava, orașul cu amprentă sovietică, Monitorul de Suceava, Anul XIII, nr.63 (3744), 2008.
2. Lupașcu, R., Ridicarea cartierului Cuza Vodă și a ultimei zone compacte cu blocuri a Sucevei, cartierul Obcini, Monitorul de Suceava, Anul XXIII, nr.16 (6726), 2018. 7.
3. Ghinea, C. (2018), Cum dezvoltăm procesul de consolidare al clădirilor rezidențiale. 3 propuneri inovatoare, www.contributors.ro, 2018.
4. Ciornei, A., Jean, M., Cum concepem construcțiile civile, Monument 98, Editura Junimea, 2000.

Protejarea fundațiilor de suprafață la ciclurile repetate de îngheț-dezgeț

Cotor Alexandru,

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

Rezumat

De foarte multe ori, în urma unei expertize tehnice se descoperă că fondul construit existent suferă de diverse carențe în ceea ce privește alcătuirea constructivă. O problemă comună majorității clădirilor expertizate o constituie adâncimea de fundare necorespunzătoare. Astfel, se ajunge la intervenții costisitoare și laborioase precum cele de subsidiri. Lucrarea de față propune o tehnologie alternativă, folosită cu succes de țările nordice ale Europei, ce presupune o dispunere strategică a unor materiale cu proprietăți termoizolante în jurul fundațiilor și a terenului din jurul clădirii.

Cuvinte cheie: *adâncime de îngheț, gelivitate, termoizolare*

1. INTRODUCERE

În Uniunea Europeană, clădirile sunt responsabile pentru aproximativ 40% din consumul de energie și pentru 36% din emisiile de CO₂, făcându-le astfel principalul consumator de energie al Europei.

În prezent, aproximativ 35% din fondul construit existent are peste 50 de ani vechime, iar peste 75% din acesta este inefficient din punct de vedere energetic. În același timp, anual doar 0,4-1,2% din construcțiile existente sunt propuse pentru a fi reabilite. Astfel, se poate trage concluzia că reabilitarea acestor clădiri poate juca un rol critic în această tranziție spre performanța energetică, reducând consumul de total de energie și reducând emisiile de CO₂.

Pentru a îmbunătăți performanța energetică a clădirilor, Uniunea Europeană a definit un cadru legislativ precum Strategia Europa 2020, pentru dezvoltarea inteligentă, durabilă și inclusivă. La nivel național, în 2008 a fost adoptată Strategia Națională pentru Dezvoltare Durabilă a României, Orizonturi 2013-2020-2030.

În România, Legea 10/1995 privind calitatea în construcții impune ca orice lucrare de consolidare, modificare de funcțional sau intervenție asupra unei construcții existente să se facă doar în urma unei expertize tehnice. De cele mai multe ori, în urma expertizei tehnice se descoperă că adâncimea de fundare a structurii analizate nu este conformă și se recomandă coborârea acesteia cu 10-20 de cm sub cota de

îngheț dată de STAS6054/77 prin metode precum subsidirea, care este laborioasă, costisitoare și mare consumatoare de timp. În continuare se prezintă o soluție alternativă la această metodă.

Conform STAS 6054/77, adâncimea de îngheț se exprimă prin geoizoterma de 0°C care indică adâncimea maximă, în cm, până la care temperaturile pot atinge valori mai mici de 0°C .

Adâncimea de îngheț se măsoară de la cota terenului sistematizat din jurul construcției și are valorile indicate în Fig.1 pentru terenuri fără strat de zăpadă sau vegetație protectoare.

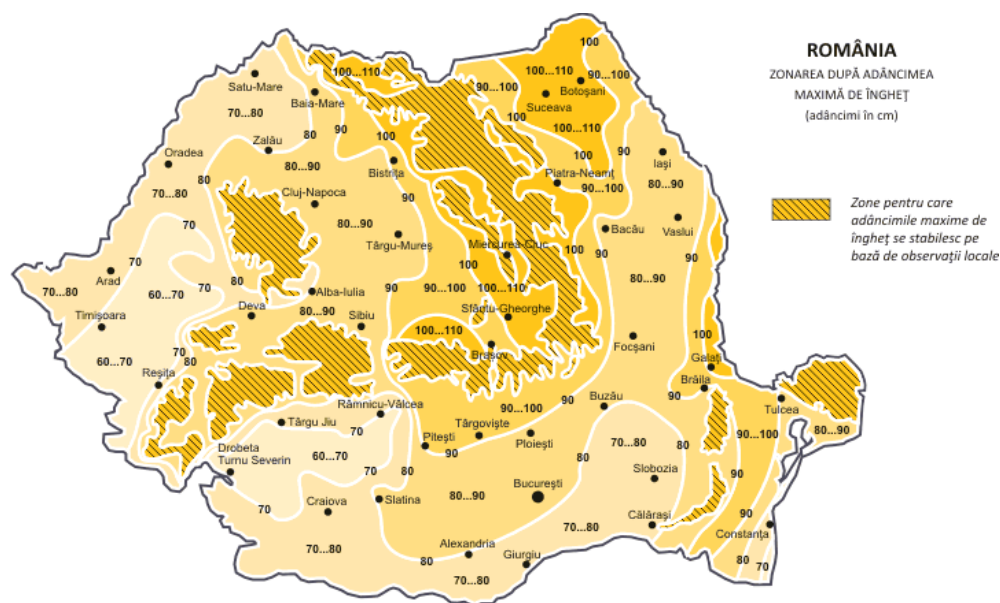


Fig.1. Zonarea României după adâncimea maximă de îngheț [STAS 6054/77]

1.1 Pământurile gelive

Pământurile gelive, sensibile la îngheț-dezgheț, sunt pământurile care în urma fenomenelor de îngheț-dezgheț își modifică esențial structura și proprietățile lor. După gradul de sensibilitate la îngheț, stabilit pe baza indicelui de plasticitate I_p și a alcătuirii granulometrice, pământurile se clasifică conform tabelului 1.

Tabel 1. Clasificarea pământurilor gelive după plasticitate și granulometri [Stanciu, Lungu – 2006]

Grupa de sensibilitate la îngheț	Categoria pământului	Ip	Granulozitate	
			Diametrul particulelor	Procente din masa uscată a probei
Sensibile	Necoezive, cu liant argilos	≤ 10	Sub 0,002 Sub 0,2 Sub 0,1	Max. 6 Max. 20 Max.40
	Argilă și argilă grasă	> 35	-	-
Foarte sensibile	Coezive	10-35	Sub 0,002 Sub 0,2 Sub 0,1	Max. 6 Max. 20 Max. 40

1.2 Gelivitatea betonului

Gelivitatea betonului este o caracteristică ce apreciază comportarea sa la cicluri repetate de îngheț-dezgheț. Comportarea la îngheț-dezgheț repetat exprimă o caracteristică de durabilitate a betonului, determinată de structura sa poroasă. Importanța acestei caracteristici derivă din rapiditatea degradării elementelor din beton saturate cu apă, în condiții de îngheț-dezgheț repetat, cu consecințe asupra rezistenței și stabilității construcțiilor. Influențele și efectele înghețului-dezghețului repetat se manifestă cu intensitate diferită în funcție de condițiile de expunere și caracteristicile structurale ale materialelor. Temperatura la care îngheață apa în beton variază în raport cu dimensiunile porilor și microfisurilor. Studiile experimentale arată că modificările cele mai importante în structura betonului se produc în intervalul de temperaturi $-10...-45^{\circ}\text{C}$ [NE012-1:2007]. Durata de expunere la temperaturi negative și viteza de scăderea acestor temperaturi va influența procesul de formare a gheții și de deteriorare a betonului. Umiditatea va influența procesul de formare a gheții în corpuri poroase, studiile pe beton indicând valori ale umidității care pot influența comportarea la îngheț-dezgheț repetat. Componentele betonului, prin porozitatea lor și structura porilor, vor avea influențe variabile asupra comportării la îngheț-dezgheț a betonului. În structura matricei există pori de gel, pori capilari, bule de aer oclus și aer antrenat.

Prin scăderea temperaturii în jurul valorii de 0°C apa liberă îngheață în porii cu raza de 10^{-4} cm. Înghețul începe de la suprafața elementului din beton și continuă în adâncime pe măsură ce se atinge punctul de congelare a apei. Congelarea apei se produce la temperaturi cu atât mai scăzute cu cât porii sunt mai fini și forțele de adsorbție se manifestă mai intens asupra volumului apei conținute în pori.

Apa din beton nu este altceva decât o soluție la care solventul, pe măsură ce îngheață lasă loc la soluții cu concentrație mărită și odată cu aceasta, temperatura

de congelare va scădea. Prin congelarea apei, în porii betonului au loc următoarele fenomene:

- prin mărirea volumului, cristalele de gheață exercită o presiune asupra apei (teoria presiunii hidraulice a lui Powers), forțând-o să treacă prin pereții porilor;
- datorită diferențelor de concentrații la soluțiilor apoase din geluri și din porii capilari (teoria segregării microscopice), se va manifesta presiunea osmotică și sub acțiunea sa apa din porii de gel va trece prin pereții capilarelor, în porii capilari [M. Rujanu – 2007].

Cele două presiuni contrare, determină o presiune de umflare a betonului saturat și în consecință apariția unei stări de tensiuni care, dacă depășește valoarea rezistenței la întindere a betonului, va conduce la apariția microfisurilor în structura acestuia.

Dacă procesul de îngheț-dezghet are loc în prezența apei sau numai în condițiile de umiditate ridicată, apa pătrunde în microfisurile formate de la înghețul anterior, astfel încât degradarea betonului capătă în timp, prin repetarea ciclurilor de îngheț-dezghet, un caracter cumulativ. Consecință directă a degradării structurii betonului, rezistențele sale vor scădea, crește permeabilitatea la apă, ceea ce grăbește dezagregarea betonului.

2. DESCRIEREA TEHNOLOGIEI PROPUSE

În anii 1950, țări precum Suedia și Norvegia au realizat încercări experimentale privind izolarea termică a fundațiilor de suprafață, astfel încât până în prezent s-au construit peste 1.000.000 de astfel de locuințe individuale protejate la cicluri repetate de îngheț-dezghet [Farouki – 1992].

Această tehnologie de termoizolare a fundațiilor se bazează pe interacțiunea termică dintre clădire și terenul de fundare. Pierderile de căldură ale clădirii ridică efectiv poziția geoizotermei de 0°C perimetral în jurul construcției. De asemenea, de la o adâncime de 2 m, temperaturapământuluivariazăîntre 7° și 13° C. Această energie geotermală este obținută din căldura acumulată în interiorul pământului și reprezintă o formă de energie regenerabilă, motiv pentru care această abordare funcționează și atunci când clădirea nu este încălzită, prin conservarea energiei geotermale prezentă sub clădire.

Efectele negative ale ciclurilor repetate de îngheț-dezghet asupra elementelor structurale ale infrastructurii unei construcții apar doar atunci când următoarele trei condiții sunt îndeplinite simultan: terenul de fundare este unul susceptibil la îngheț-dezghet (tab.1), gradul de saturație al terenului este unul ridicat (tab.2) și cota de fundare este superioară adâncimii de îngheț.

Tabel 2. Caracterizarea terenului în funcție de gradul de saturație [Stanciu, Lungu – 2006]

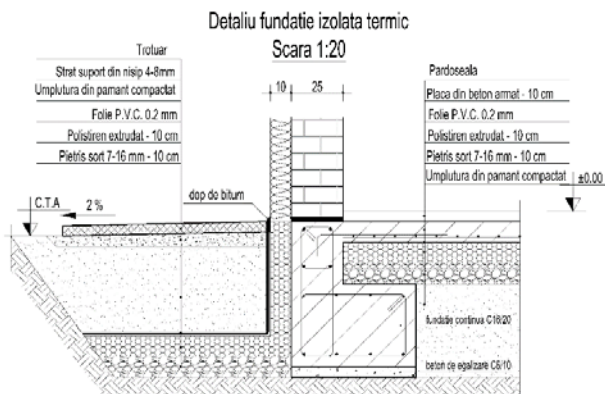
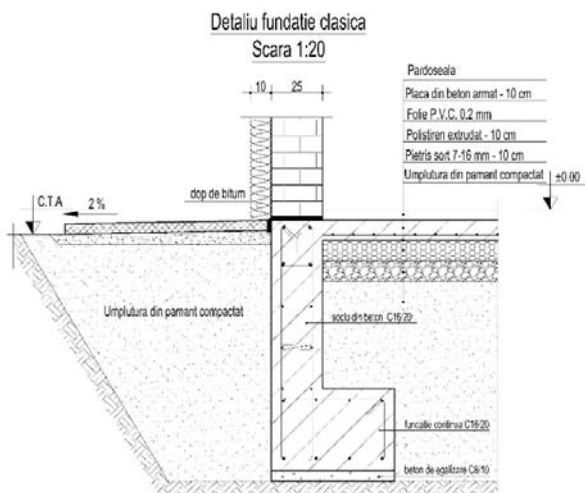
Caracterizarea terenului	Natura pământului	
	Coeziv	Necoeziv
Uscat	$0 < S_r < 0,40$	$0 < S_r < 0,5$
Umed	$0,4 < S_r < 0,8$	$0,5 < S_r < 0,8$
Foarte umed	$0,8 < S_r < 0,90$	$0,8 < S_r < 1,00$
Practic saturat	$S_r > 0,90$	$S_r = 1,0$

Datorită naturii materialelor termoizolante, care au o performanță superioară atunci când sunt uscate [indicativ C107-2005], sunt necesare măsuri pentru a elimina riscurile tuturor posibilităților de infiltrare a apei în teren și de umezire a acestuia. În acest sens, măsurile vor trebui îndreptate spre evitarea celor trei posibilități de umezire a terenului, din apele de suprafață, din rețelele cu alimentare și din ascensiunea apei freatice prin porii capilari.

Pentru eliminarea posibilităților de infiltrare în teren a apelor de suprafață sunt necesare următoarele măsuri obligatorii:

- sistematizarea verticală și în plan a amplasamentului pentru colectarea și evacuarea rapidă a apelor din precipitații sau din alte surse de suprafață prin realizarea unor pante de minim 2% spre exteriorul clădirii;
- o atenție deosebită se va acorda rostului dintre trotuar și clădire care se va etanșa cu mastic de bitum sau alte materiale performante și se va urmări menținerea acestei etanșeități pe toată durata de exploatare a construcției;
- rețelele de alimentare cu apă se vor monta în canale de protecție subterane la o distanță de minim 1,5m față de fundațiile clădirilor;
- sub straturile termoizolante se va dispune un strat de material granular de minim 10 cm ce are rolul de a întrerupe ascensiunea apei prin porii capilari.

Dimensionarea acestui sistem de izolare termică presupune aplicarea de materiale cu rezistență termică mare sub placa suport tip pardoseală, pe elevația fundației și perimetral în jurul construcției (Fig.3). Termoizolația plăcii pe teren este proiectată astfel încât să nu fie compromis confortul termic din încăperea dar să permită suficient transfer de căldură încât să încălzească terenul adiacent [Frost protected shallow foundations, 2004]. În acest sens, diferite coduri de proiectare din Europa recomandă anumite valori pentru coeficientul de transfer termic (transmitanța termică) U [W/m^2K].



Termoizolația elevației fundației este plasată în așa fel încât să diminueze pierderile de căldură de la clădire spre exterior și în particular să ghideze fluxul de căldură spre talpa fundației. O atenție deosebită trebuie acordată în special zonelor de intersecție a elementelor din beton armat, întrucât acestea reprezintă potențiale punți termice ce necesită o termoizolație suplimentară.

În final, termoizolația dispusă orizontal (2% pantă spre exterior) are rolul atât de a limita coborârea cotei de îngheț cât și de a limita pierderea căldurii geotermale a terenului [Steiner, Frost protected shallow foundation design].

3. CONCLUZII

Această metodă de protejare a fundațiilor de suprafață de efectele nefavorabile ale ciclurilor repetate de îngheț-dezghet, prezintă o serie de avantaje precum:

- se realizează economii semnificative în ceea ce privește volumul total de săpătură și în cantitatea de materii prime precum beton, oțel și cofraje;
- materialele folosite pentru termoizolație, în special polistirenul extrudat, poate purta în anumite condiții și rol de cofraj;
- clădirea devine mai performantă din punct de vedere energetic;
- este o soluție cu caracter reversibil, condiție obligatorie în cazul în care această soluție se aplică monumentelor istorice.

Precum orice altă tehnologie și aceasta prezintă o serie de neajunsuri. Toate beneficiile menționate anterior sunt fezabile doar în situațiile când capacitatea portantă a terenului este satisfăcătoare la cote de fundare superioare.

Totodată, lipsa unui cod național de proiectare, care să dirijeze procesul de dimensionare a unei tehnologii de acest tip fac dificilă implementarea în mod current a unor astfel de soluții.

Este rară situația când o soluție de proiectare aduce și costuri inițiale mai mici și performanțe energetice sporite. Pentru acest motiv tehnologia discutată poate fi aplicată cu succes fondului construit existent, în special clădirilor încadrate în clasele de importanță III și IV conform P-100/2013.

Bibliografie

1. A. Stanciu, I. Lungu – Fundații, Editura Tehnică, București 2006
2. G. Mihai – Proiectarea optimă a structurilor de rezistență, Editura Matrix Rom, București 2015
3. M. Rujanu – Materiale de construcții, Editura Spiru Haret, Iași 2007
4. Design guide for frost-protected shallow foundations, 1994
5. K. Bedy, G. Nagpur – Study on various methods and techniques of retrofitting, International Journal of Engineering & Technology, Vol.2 Issue 9 – 2013
6. M. Holladay – Frost protected shallow foundations
7. O. Farouki- European Foundation Designs for seasonally frozen ground, 1992
8. E.M. Steiner – Frost-protected shallow foundation design
9. Revised builder's guide to frost protected shallow foundation, 2004
10. Normativ privind calculul termotehnic al elementelor de construcție ale clădirilor, indicativ C107-2005
11. Legea nr. 10/1995 privind calitatea în construcții republicată în M.O. 765/2016
12. NE 012-1:2007 – Normativ privind producerea și executarea betonului

Mixturi asfaltice cu bitum aditivat

Hanganu Dumitru – Dragoș,

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

Rezumat

În acest articol se prezintă adezivitatea liantului la agregat împreună cu metodele pentru determinarea adezivității.

Metodele cele mai cunoscute de determinare a adezivității sunt:

- Metoda exfolierii în apă clocotită: această metodă este obiectivă și foarte precisă, poate fi utilizată pentru orice combinații liant-agregate, în care agregatul mineral este de natură calcaroasă, silico-calcaroasă sau silicioasă.

- Metoda statică: în metoda de încercare statică, afinitatea este exprimată prin înregistrare vizuală a gradului de acoperire cu bitum al particulelor necompactate de bitum-agregate, după păstrare în apă.

Metoda colorimetrică: se bazează pe capacitatea agregatului mineral ca atare de absorbi un colorant dintr-o soluție de concentrație dată fără ca acest colorant să se absoarbă și pe bitum.

- Metoda de determinare a adezivității cu ajutorul dispozitivului cu placă (Vialit) : Dispozitivul cu placă pentru determinarea adezivității este construit pe Principiu: aparatului Vialit.

Cuvinte cheie : bitum ; aditivare.

1. Introducere

Adezivitatea bitumului la agregat constituie o problemă de bază pentru executarea pavajelor cu astfel de lianți căci de ea va depinde în mare parte calitatea pavajului și comportarea lui în timp sub acțiunea agenților externi.

Studiile intense efectuate în străinătate asupra adezivității lianților hidrocarbonați la agregat au adus lumină asupra acestui proces, dar nu s-a ajuns încă la o unitate de păreri și la stabilirea unui procedeu de determinare a adezivității.

2. Adezivitatea liantului la agregat

Substanțele bituminoase folosite ca lianți au proprietatea de a adera pe suprafața agregatelor și de a lipi granulele între ele.

Rezistența pe care o impune la dezlipire o peliculă de liant de pe agregate, sub acțiunea de infiltrare a apei, este funcție de tensiunile superficiale de contact ale sistemului liant-agregat-apă; de aceea adezivitate depind atât proprietățile liantului

cât și ale agregatelor și se verifică numai în prezența apei. Bitumurile naturale au o adezivitate superioară celor pe bază de petrol.

Factorii care iau parte în procesul de adezivitate a liantului la agregat s-ar putea grupa în trei categorii:

- factori legați de compoziția și structura rocii din care se prepară agregatul;
- factori legați de compoziția și structura liantului hidrocarbonat folosit;
- condițiile de pregătire a materialelor care urmează a intra în amestec, de prepararea amestecului și regimului următor preparării.

În afară de compoziția mineralogică și chimică, adezivitatea va fi influențată și de raportul dintre masa cristalină, de mărimea cristalelor, de tratamentele termice suportate de agregat.

Liantul hidrocarbonat (bitumul) influențează în mod diferit procesul de adezivitate, în funcție de compoziție și structură și în consecință în funcție de proprietăți.

Fracțiunea din bitum care contribuie la o bună adezivitate o constituie acizii asfaltogeni datorită caracterului pronunțat acid și a structurii polare care-i face să se comporte ca substanțe tensio-active.

Adezivitatea se datorează în mare parte și asfaltenelor și numai în mică parte și gudroanelor neutre. Prezența parafinelor, din contră, scade adezivitatea.

Așadar, rezultă că pentru a se putea urmări variația adezivității în funcție de tipul de liant hidrocarbonat este necesar ca să se examineze compoziția chimică și în special pe fracțiuni a liantului, indicii de aciditate și felul acizilor, natura asfaltenelor, greutatea moleculară.

Pentru o bună adezivitate, liantul trebuie să aibă un anumit grad de vâscozitate care să-i asigure o anumită rigiditate, datorită căreia să se creeze rezistența peliculei de liant la acțiunea de dezanrobare pe care o exercită apa.

Prin încălzirea liantului se poate varia vâscozitatea pentru a se ușura punerea în operă, dar trebuie avut în vedere ca prin răcire să se realizeze acea vâscozitate care este necesară realizării rezistenței la apă a peliculei. Încălzirea liantului la temperatură ridicată duce la creșterea fluidității și în acest caz la slăbirea coeziunii. Realizarea adezivității liantului hidrocarbonat la agregat este pusă de specialist pe seama mai multor fenomene, care pot apărea fie simultan (și în acest caz conlucrează) sau sunt izolate.

Poate fi adezivitate realizată pe cale chimică, pe cale fizico-chimică sau numai prin îmbrăcarea agregatului fără umectare, etc.

În cazul adezivității realizate pe cale chimică, la interfața liant–agregat trebuie să formeze un compus insolubil. Pentru a se îndeplini această condiție va trebui ca atât în compoziția rocii cât și a liantului să fie componenți care să poată reacționa între ei și să rezulte compuși insolubili.

În acest caz are loc schimbul de electroni și se realizează astfel legăturile ionice. Cu cât ionii care îndeplinesc aceste condiții sunt în cantitate mai mare pe suprafața de contact cu atât compusul insolubil care se formează este în proporție mai mare și deci adezivitatea este mai puternică. S-a numit “potențial de adezivitate” numărul de molecule pe unitatea de interfață, capabile să formeze un complex insolubil.

W. Riedel și Weber, încă din 1934, prezintă fenomenul de adezivitate pe baze chimice ca o consecință a formării compușilor insolubili. Acest caz se realizează când agregatul este obținut dintr-o bază lipsită de compuși alcalini.

Adezivitatea este condiționată de fenomenele de tensiune superficială care apar în prezența celor trei faze, agregatul, liantul și apa.

Astăzi se pot folosi cu bune rezultate atât rocile hidrofile cât și bitumurile care nu au compuși corespunzători pentru o bună adezivitate, dacă se aplică în prealabil un tratament, de ameliorare pe bază de aditivi suprafața pietrei să se acopere cu ioni care să asigure formarea compușilor insolubili, iar bitumului să i se adauge compuși tensio-activi adecvați.

Influența asupra adezivității exercită și gradul de umiditate a rocii precum și faptul că suprafața agregatului este curată sau prezintă praf, emulsifianți.

În concluzie, pentru a se realiza o bună adezivitate a bitumului la agregat să se prefere agregate din roci bazice și deci hidrofobe sau tratate cu substanțe bazice, uscate în prealabil și cu suprafețele neprăfuite; liantul să fie moale și bogat în acizi asfaltogeni sau tratat pentru îmbunătățirea în componenta tensio – activă.

Procedeele de lucru propuse și aplicate în străinătate sunt multe însă nici unul nu este normalizat, căci nu satisface întru totul cerințele. Toate se bazează pe hidrofilia respectiv hidrofobia agregatului și măsoară numai indirect adezivitatea.

Cu toate criticile care i se aduc, este totuși cea mai frecvent aplicată. Dintre alte metode aplicate cităm metoda Nicholson, procedeul static și dinamic.

3. Determinarea adezivității

Adezivitatea este proprietatea lianților bituminoși de a adera la suprafața agregatelor și de a lipi granulele între ele.

Metode mai cunoscute de determinare a adezivității sunt:

- metoda exfolierii în apa clocotită
- metoda statică

- metoda colorimetrică (cantitativă)
- metoda cu placa (Vialit)

3.1 Metoda exfolierii în apă clocotită

Încercarea la exfoliere în apă clocotită este obiectivă și foarte precisă, poate fi utilizată pentru orice combinații liant-agregate, în care agregatul mineral este de natură calcaroasă, silico-calcaroasă sau silicioasă.

Principiu:

Agregatul este cernut în concordanță cu prevederile EN12697-2. Frațiunea de la 7 mm până la 14 mm (sau alternativ ale frățiuni) este spălată, uscată și amestecată cu bitum pentru a se obține o anrobare totală, uniformă. Agregatele anrobate sunt supuse exfolierii în apă clocotită în condiții specificate, folosind un dispozitiv simplu, consumul căruia fiind proporțional cu suprafața neanrobată a agregatului, iar gradul de anrobare cu bitum fiind determinat de o curbă de calibrare stabilită printr-o procedură bine definită. Reactivul utilizat este acidul clorhidric pentru agregatele calcaroase și acidul florhidric pentru agregatele silico-calcaroase sau silicioase.

3.2 Metoda statică

În metoda de încercare statică, afinitatea este exprimată prin înregistrare vizuală a gradului de acoperire cu bitum al particulelor necompactate de bitum-agregate, după păstrare în apă. Această metodă este subiectivă și în general mai puțin exactă, dar care poate acoperi agregatele având un coeficient ridicat de polisaj accelerat.

Principiu:

Agregatul este cernut conform EN12697-2

Agregatul anrobat este scufundat în apă distilată pentru 48h și este estimat numărul de particule care nu sunt complet anrobate.

3.3 Metoda colorimetrică

Metoda se bazează pe capacitatea agregatului mineral ca atare de absorbi un colorant dintr-o soluție de concentrație dată fără ca acest colorant să se absorbă și pe bitum.

Adezivitatea se exprimă prin raportul procentual al absorbției unui colorant dintr-o soluție de concentrație dată de agregatul ca atare și de către agregatul peliculizat cu bitum.

Adezivitatea S se determină cu formula:

$$S = 100 - \frac{C - C_1}{C - C_2} \times 100, [\%] \text{ în care:} \quad (1)$$

C- concentrația inițială a soluției în procente;

C₁- concentrația soluției după recircularea peste agregatul ca atare, în procente;

C₂- concentrația soluției după recircularea peste agregatul natural peliculizat cu bitum, în procente.

Analiza soluțiilor de colorant după cele două recirculări se efectuează, fie prin procedeul chimic, fie prin procedeul spectrofotometric.

3.3.1 Prelevarea și pregătirea probelor

Din proba de bitum prelevată de la pompa de alimentare a stației de asfalt cu bitum se ia o cantitate de 200 g și se deshidratează prin încălzire pe baia de nisip la o temperatură de 80-90° C. Bitumul topit se filtrează prin sită de sârma de 0,71 într-o capsulă de porțelan sau metalică.

Din proba de agregat natural - care se pregătește fie prin concasare și cernere, fie prin cernerea sortului 5-8 mm - se extrage o cantitate de 600 g.

Pentru îndepărtarea prafului aderent la suprafața granulelor, acestea se spală pe ciur sub jet de apă prin frecare cu pensula până ce apa de spălare rămâne curată. Granulele curate se spală apoi cu apă distilată, după care se usucă în etuvă la temperatura de 105° C, materialul astfel pregătit se păstrează, până la determinare, în exicator.

Se cântăresc într-o capsulă de porțelan 250 g agregat natural sort 5-8 mm, iar în altă capsulă 12,5 g bitum. Capsulele se introduce în etuvă și se încălzesc la temperaturile date în tabel, în funcție de tipul bitumului.

Temperatura bitumului și agregatului natural la amestecare în funcție de tipul bitumului

Tabel.1 Temperatura bitumului în funcție de tipul acestuia

Tipul bitumului	Temperatura bitumului și a agregatului natural la amestecare în °C
B 180/200	130±2
B 120/180	135±2
B 180/120	140±2
B 50/80	145±2
B 40/50	150±2
B 25/40	160±2

După încălzire, în capsula de bitum se introduce cantitatea de bitum de 250 g agregat natural și se amestecă energic cu o spatulă sau baghetă de sticlă până la omogenizare. În timpul amestecării, capsula se menține pe baia de nisip.

După omogenizare, capsula se dă jos de pe baia de nisip și se continuă amestecarea până ce pelicula de bitum nu se mai scurge de pe suprafața agregatului natural.

Se trece amestecul într-un pahar Berzelius, se acoperă cu o sticlă de ceas și se lasă în repaus să se răcească la temperatura camerei, timp de o oră.

După răcire, peste amestec se introduce apă distilată la temperatura de 20-25°C; astfel ca nivelul apei să depășească pe cel al amestecului cu 7-8 cm și se lasă în repaus, la temperatura camerei, 24 de ore.

3.3.2 Prepararea soluției

Soluția de colorant folosește colorant roșu 4 G, conform STAS 4797/76.

Pentru prepararea soluției cu concentrația C cuprinsă între $3,2 \times 10^{-3} \%$ se cântărește la balanța analitică cantitatea de colorant corespunzătoare (0,032...0,044g) și se introduce cu ajutorul unei pâlnii într-un balon, cotat de 1000 cm.

Se dizolvă și se aduce la semn cu apa distilată, după care se omogenizează.

Se prepară circa 3 l de soluție.

3.3.3 Determinarea adezivității

Pentru determinarea adezivității se recirculă soluția de colorant peste agregatul natural, ca atare, și peste agregatul natural peliculizat cu bitum.

Recircularea soluției se realizează cu aparatul pentru determinarea adezivității în metoda calorimetrică.

3.3.4 Analiza soluțiilor de colorant

Analiza soluțiilor de colorant de la cele două recirculări se efectuează, fie prin procedeul chimic, fie prin procedeul spectrofotometric.

3.3.5 Procedeul chimic

Procedeul constă în compararea culorii soluției de analizat după recircularea cu cea a unei soluții de concentrație cunoscută, considerată soluție de control.

Soluția de control se prepară cu o concentrație cuprinsă $3,2 \times 10^{-3} \%$, la fel ca și soluția de concentrație C utilizată la recirculare.

Se iau 5 cm^3 din soluția de analizat, rezultată după recirculare și se introduc într-o eprubetă calorimetrică.

În alte 5 eprubete se introduce câte 5 cm^3 apă distilată.

Se titrează fiecare din cele cinci eprubete cu soluția de control dintr-o microbiuretă până se obține aceeași intensitate de culoare cu soluția de analizat din eprubetă. Se notează cu “Vi” volumul soluției de control consumat pentru fiecare din cele cinci eprubete și se face media aritmetică a acestor volume (V). Masa (g) de colorant în 5 cm^3 soluție:

$$M = \frac{5VA}{5+V}, [\text{gr}] \quad (2)$$

Concentrația soluției:

$$C = \frac{M \times 100}{5}, [\%]. \quad (3)$$

A=concentrația soluției de control, gr/cm^3 .

3.3.6 Trasarea curbei de etalonare

Se prepară o soluție cu concentrația $A=4,3 \times 10^{-3} \%$.

Soluția folosită pentru recircularea peste agregatul mineral, ca atare, are concentrația $C=1,75 \times 10^{-3} \%$. Se măsoară cu o microbiureta 2 cm^3 ; 3 cm^3 , 4 cm^3 ; 5 cm^3 , din soluție și se introduce fiecare într-un balon de 50 cm^3 .

În fiecare balon se introduce apa distilată până la un semn și se omogenizează. Se obțin astfel soluții cu concentrațiile respective de: $1,6 \times 10^{-3} \%$; $2,4 \times 10^{-3} \%$; $4,0 \times 10^{-3} \%$.

Soluțiile astfel preparate se introduc succesiv în cuvele uscate, de analiză, ale spectrofotometrului.

Se determină pe rând extințiile în comparație cu apa distilată.

Se trasează grafic curba etalon marcând pe abscisă concentrațiile și pe ordonată extințiile corespunzătoare citite la aparat.

Din punctele marcate pe cele două coordonate se trasează paralele la cele două axe.

Se unesc punctele rezultate la intersecția paralelelor și se obține astfel curba etalon.

Valoarea adezivității este media aritmetică a două determinări care nu trebuie să difere între ele cu mai mult de $\pm 5\%$.

Se consideră că adezivitatea bitumului la agregatul natural este corespunzătoare dacă valoarea acesteia este de min. 75%.

3.4. METODA BALOANELOR ROTATIVE

În metoda baloanelor rotative, afinitatea este exprimată cu înregistrare vizuală a gradului de acoperire cu bitum al particulelor necompactate de bitum agregat anrobate după efectul acțiunii de agitare mecanică, în prezența apei. Metoda este simplă și de rutină, nu este adecvată pentru agregate care sunt foarte abrazive.

Principiu:

Agregatul este cernut conform EN12697-2

Agregatul anrobat cu bitum este răspândit în stare neaglomerată pe o placă de metal sau pe hârtie acoperită cu silicon, depozitat peste noapte la temperatură ambiantă și apoi împărțit în trei probe pentru analize. Fiecare probă dintre acestea este transferată într-un balon plin cu apă. Balonul este închis și așezat într-un dispozitiv de rotire a baloanelor. Baloanele sunt rotite la temperatură ambiantă și cu o viteză stabilă. La interval de timp stabilit este apreciat vizual gradul de anrobare cu bitum al particulelor agregatului, independent, de către doi operatori.

3.5. METODA DE DETERMINARE A ADEZIVITĂȚII CU AJUTORUL DISPOZITIVULUI CU PLACĂ (VIALIT)

Dispozitivul cu placă, pentru determinarea adezivității, este construit pe principiul aparatului Vialit.

Aparatul se compune din: stativ metalic, placă metalică 300×300 mm cu grosimea de 2mm; bilă de metal de 500 g îmbrăcată în cauciuc; tija verticală cu dispozitiv orizontal de ghidare a bilei metalice.

Modul de lucru

Bitumul se încălzește la temperatura de 150...160° C și se întinde într-un strat subțire de 0,5 mm pe placa metalică încălzită în prealabil în etuvă la 150° C.

Suprafața pe care se întinde bitumul este de 230/230 mm (529 cm^2) utilizându-se 26...27 g bitum topit.

Este necesar ca stratul de bitum să fie cât mai uniform repartizat pe suprafața plăcii, această operație realizându-se cu o riglă metalică adecvată.

Pe suprafața bitumul cald, întins pe placa metalică, se așază cu mâna 100 granule din agregatul natural (criblură 3-8 sau 8-16) de încercat. Pentru a avea granule de o dimensiune cât mai apropiată, s-a utilizat întotdeauna materialul care a rămas pe ciurul limită inferior (adică rest pe ciurul de 3 sau 8 mm). Placa cu granule fixate în bitum se lasă timp de 2 ore la temperatura camerei (pentru răcirea bitumului).

Se fac 3 imersări, a 10 secunde fiecare, a plăcii cu granulele lipite de ea, în apă potabilă.

Se așază placa pe cei 4 suporti fixați pe stativul metalic, cu fața pe care sunt lipite granulele, în jos. De la înălțimea de 50 cm se lasă să cadă liber bila de 500 g de 5 ori pe suprafața plăcii, astfel că loviturile să fie plasate în mijlocul plăcii și spre cele patru colțuri.

Se ridică placa și se numără granulele dezlipite și căzute pe masa stativului.

Adezivitatea se exprimă în procente.

În general, pe roci bazice, aparatul indică o adezivitate de 80...90 %.

BIBLIOGRAFIE

1. SR EN 12697 – 11 – Metode de încercare pentru mixturi asfaltice preparate la cald. Partea 11 : Determinarea afinității dintre agregate și bitum
2. Eminet R. – Construcția drumurilor. Editura militară, 1973
3. Bulău Camelia , Găman Dănuț Viorel – Îndrumător pentru laboratoarele de încercări în construcții
4. Nicoară L., Bilțiu A. – Îmbrăcămînți rutiere moderne. Editura tehnică București, 1983
5. Garber J N., Hoel A.L. - Traffic and Highway Engineering. Second Edition, Brooks/Cole Publishing Company, SUA, 1999.
6. Gugiuman Gh - Suprastructura și întreținerea drumurilor - partea I-a. I.P.Iași, Rotaprint, 1991.
7. Asphalt Institute – Antecedentes de los Metodos de Ensayo de Legantes Asfálticos de SUPERPAVE, 1998.

Betoane cu deșeuri rezultate din demolări

Ligia Georgiana Hanuseac (Ghalayini),

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

Rezumat

Utilizarea betoanelor cu materiale rezultate din demolări prezintă un adevărat succes atât în realizarea construcțiilor cât și pentru protejarea mediului înconjurător.

Acest studiu este o trecere în revistă a literaturii de specialitate în ceea ce privește utilizarea betoanelor cu materiale rezultate din deșeuri, respectiv materiale rezultate din demolări, urmărind astfel atât caracteristicile cât și impactul acestora asupra mediului, pe termen scurt și lung. Aceste tipuri de betoane sunt rezultatul utilizării unuia sau a mai multor materiale din categoria deșeuri ca înlocuitor parțial sau total al cimentului, nisipului și/sau agregatelor. Prin optimizarea acestor amestecuri de materiale tradiționale și netradiționale se obțin rețete de beton cu performanțe tehnice (caracteristicile mecanice și cele de durabilitate), economice (costurile) și de mediu (încălzirea globală, consumul de energie) remarcabile. Dimensiunile performanței depind de aplicația concretă și de cerințele utilizatorului. Prin urmare, producția acestuia este o necesitate, iar procesul de reciclare este cu adevărat important în ceea ce privește utilizarea sustenabilă a resurselor, crearea de noi rețete de beton, dar mai ales pentru confirmarea obiectivului: protejarea și îmbunătățirea mediului înconjurător prin dezvoltarea durabilă.

Cuvinte cheie: deșeuri, betoane, demolări, agregate, mediu, rețetă, dezvoltare durabilă.

1. INTRODUCERE

Factorul ecologic trebuie să modifice opinia privind valorificarea deșeurilor, a cheltuielilor materiale și energetice. Pe această direcție se înscriu preocupările ce fac obiectul prezentului studiu privind posibilitățile de valorificare în domeniul materialelor de construcții a unor deșeuri rezultate din demolări. În ultimii ani, au fost făcute eforturi să se utilizeze deșeuri rezultate din marea gamă de produse obținute în industrie, cum ar fi cenușa zburătoare (FA), noxe de dioxid de siliciu, zgură granulată de furnal (GGBS), cioburi de sticlă sau agregate din beton reciclat (RCA)[1]. Utilizarea acestor materiale în beton provine din problemele legate de mediu, dorindu-se eliminarea acestor produse din natură. O atenție deosebită este axată pe protecția mediului și a resurselor naturale precum și reciclarea

materialelor din deșeuri [2]. La o parte din cazuri, reciclarea deșeurilor produce efecte pozitive asupra proprietăților produselor finale, făcându-le utile pentru producția de beton sau pentru alte utilizări în industria construcțiilor. Adaosurile folosite în vederea îmbunătățirii proprietăților betonului și pentru reducerea riscurilor legate de poluarea mediului cresc rezistența acestuia, îmbunătățesc comportamentul la acțiunea sulfatilor și scad permeabilitatea [3]. Scopul studiului este de a sintetiza câteva aspecte referitoare la betonul realizat cu deșeuri, respectiv materiale din demolări, urmărind caracteristicile sale legate de materialele utilizate și impactul asupra mediului.

2. METODOLOGIA CERCETĂRII

În vederea realizării studiului au fost consultate 38 materiale științifice, efectuând astfel o sinteză a datelor existente despre betonul realizat cu deșeuri, respectiv materiale rezultate din demolări, urmărind caracteristicile și impactul acestuia asupra mediului.

3. REZULTATE CANTITATIVE, CALITATIVE ȘI INTERPRETĂRI

3.1.Generalități

3.1.1. Conceptul de beton

Betonul este un amestec format din agregate mari, precum roca concasată cu dimensiuni între 5-20 mm, agregate fine, precum nisipul, cu diametrul între 60 micrometri și 5 mm, apă și un liant pe bază de ciment. Cu cât raportul apă/ciment este mai mic, cu atât betonul va avea o rezistență mai bună [5]. Paleta materialelor utilizate pentru obținerea betonului este vastă, însă cimentul, constituit din piatră de var pulverizată, argilă și nisip încălzite la 1450°C utilizând gaz natural sau cărbune ca și combustibil, rămâne cel mai scump și poluant ingredient al betonului [7]. În același timp, la nivel mondial, producerea cimentului este responsabilă pentru aproximativ 5% din emisiile de CO₂, deși unele evaluări apreciază un nivel maximum posibil de 6% din emisiile globale [8]. Utilizarea deșeurilor în rețeta betonului ca substituenți parțiali ai cimentului sau agregatelor poate modifica costurile de producție, prin reducerea cheltuielilor și a consumului de energie. Producția acestui tip de beton are ca scop major reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră, reducerea utilizării resurselor naturale precum piatra de var, piatra de

șist, argila, nisipul natural de râu sau rocile naturale și utilizarea deșeurilor ce ocupa o suprafață însemnată de teren care este utilizată pentru stocarea lor [10].

3.1.2. Conceptul de deșeu

Termenul deșeu este definit în legislația europeană în articolul 1 al Directivei Consiliului 75/442/CCE privind deșeurile : ”deșeu înseamnă orice substanță sau obiect de care posesorul se debarasează sau i se cere să se debaraseze conform prevederilor, legilor în vigoare. ”Această definiție a fost modificată de Directiva Consiliului 91/4156/CCE astfel: “deșeu va însemna orice substanță sau obiect pe care posesorul îl aruncă, sau intenționează să îl arunce“. Astfel, deșeurile sunt resturi materiale rezultate dintr-un proces tehnologic (sau casnic) de realizare a unui anumit produs, care nu mai pot fi valorificate direct în realizarea produsului respectiv. Majoritatea activităților umane reprezintă surse de producere a deșeurilor. După domeniul din care provin acestea sunt: deșeuri menajere (deșeuri provenite din activitățile casnice și de consum), deșeuri de producție (deșeuri rezultate în urma unor procese tehnologice), deșeuri periculoase, deșeuri animaliere (cele care se formează la creșterea și îngrijirea animalelor), deșeuri din agricultură, deșeuri industriale (cenușa zburătoare FA), noxe de dioxid de siliciu, silicea ultrafină, zgură granulată de furnal (GGBS), cioburi de sticlă), deșeuri de construcție (sunt cele formate la întreprinderile și organizațiile ce extrag sau/și utilizează materiale de construcție), deșeuri din demolări (rezultate din distrugerea clădirilor, drumurilor, podurilor sau altor structuri [7]).

3.2. Situația deșeurilor rezultate din demolări în România și în lume

Anual se generează mari cantități de deșeuri, care dacă nu sunt gestionate corect ajung să polueze mediul și să afecteze sănătatea oamenilor. Spre exemplu, în SUA se produc anual 505,1 milioane de tone de deșeuri din demolări, din care 353,6 milioane tone de beton, 76,6 milioane tone de beton asfaltic, 35,8 milioane de tone produse din lemn, 12,7 milioane tone de asfalt, 11,8 milioane tone de cărămidă și țiglă, 10,3 milioane tone de gips-carton și ipsos și 4,3 milioane tone de oțel [7]. În Uniunea Europeană într-un singur an se produc aproximativ 850 de milioane tone de deșeuri din construcții și demolări [25]. Această cantitate variază destul de mult între țările componente, de la 5,5 tone/an de persoană în Franța, la 2,24 tone/an de persoană în Germania, 1,89 tone/an de persoană în Marea Britanie, 0,88 tone/an de persoană Spania [37]. În România, anual, cantitatea de deșeuri municipale colectată de către firmele specializate în activități de salubritate, a fost de aproximativ 6.808.837 tone (Institutul Național de Statistică). În România nu este bine îndeplinită obligativitatea existenței unei evidențe privind deșeurile rezultate din construcții și demolări astfel încât să existe o bază de date cât mai exactă care să reflecte realitatea existentă pe piață și din care să rezulte clar rata de colectare și valorificare a acestei categorii de deșeuri. Pe de altă parte, deșeurile din construcții

și demolări sunt eliminate la depozitele municipale vechi, fără cântărire și nu de puține ori sunt aruncate pe locuri virane. Diferențele mari de deșeuri din construcții și demolări generate în țările Uniunii Europene pot fi explicate prin diferențele între tehnologiile de construcție folosite, tradițiile în privința construcțiilor și a materialelor folosite, prin caracteristicile geologice și seismice ale terenurilor, dar mai ales prin activitatea economică din sectorul construcțiilor [36].

Compoziția deșeurilor din construcții și demolări este dependentă de dezvoltarea domeniului construcțiilor, respectiv a materialelor. Deoarece clădirile au durată de viață de mai multe decenii, este evident faptul că, pentru construcțiile efectuate astăzi, sunt relevante materialele de construcție de ieri, iar materialele folosite astăzi vor deveni deșeuri peste 50-100 de ani. Anumite materiale folosite în trecut au devenit acum deșeuri periculoase, de exemplu azbestul, și trebuie luate măsuri speciale la gestionarea lor. Depozitarea deșeurilor nu numai că ocupă suprafețe mari de teren valoros, dar cauzează și poluarea aerului, apei și a solului, prin apariția dioxidului de carbon (CO_2) și a metanului (CH_4), gaze care contribuie la apariția efectului de seră. Reciclarea resurselor este necesară și utilă în vederea conservării resurselor, deoarece aproape toate resursele naturale ale planetei sunt în scădere, iar fără o exploatare rațională acestea se vor termina într-o bună zi. Fiecare tonă de material reciclată evită extragerea mai multor tone de mineral, iar o tonă de maculatură salvează cinci arbori cu o vechime între 80 și 100 de ani care produc în fiecare oră oxigenul pentru 320 de oameni. Produsele reciclate au o mai mică incidență asupra mediului, iar reciclarea materialelor economisește energie prin reducerea numărului de procese industriale, se reduce exploatarea resurselor de combustibili fosili, răspunzătoare de producerea de gaze poluante, a ploilor acide și a efectului de seră [37]. Reciclarea ocupă un loc important, fiind situată înaintea incinerării și a depozitării. Reciclarea este rentabilă când costul acesteia este mai mic sau aproximativ egal cu cel al depozitării deșeurilor [36]. Uniunea Europeană susține reciclarea prin actele normative pe care le elaborează în domeniul deșeurilor. Strategia europeană pentru reciclarea deșeurilor pune un accent deosebit pe prevenirea, reutilizarea și reciclarea deșeurilor, indiferent de natura activității din care provin. Unele țări precum Olanda, Germania și Danemarca au legislație specifică pentru reciclarea deșeurilor din construcții și demolări, cu restricționarea depozitării acestora, rezultând astfel rate mari de reciclare, mai mari de 80%. Alte țări au însă rate mici de reciclare (Spania, Ungaria și România). Obiectivul ambițios al Comisiei Europene de recuperare a materiilor prime pentru construcții și demolări a fost pus sub presiune pentru a crește rata de reciclare. S-a identificat că utilizarea deșeurilor rezultate din demolări, deșeurile din lemn, plastic, vată minerală și plăci de gips-carton, ca materii prime pentru betoane pot duce la atingerea obiectivului de ecologizare [20]. Pe baza evaluării politicilor de generare, reglementare și gestionare a deșeurilor în domeniul construcțiilor, au fost evidențiate aspecte importante care au inclus: lipsa colaborării instituționale, politici strategice imature pentru gestionarea eficientă și reciclare, o coordonare

limitată între autoritățile de reglementare și generatoare de deșeuri din construcții și demolări, lipsa unei legi aplicabile pentru generatorii de resturi [21].

3.3 Adaosuri utilizate în producția betonului

Dezvoltarea construcțiilor pe scară largă atrage după sine o cerere foarte mare de ciment și beton, astfel încât această industrie trebuie să facă față unor provocări legate de consumarea rezervelor de combustibili fosili, deficitul altor materii prime, protecția mediului prin emisiile de CO, CO₂, SO₂ și NO, cu efect de încălzire globală și acidifierea oceanelor [17]. Prin urmare, în rețeta betonului au fost utilizate numeroase tipuri de materiale adiționale, utilitatea acestora fiind demonstrată de studii ce dovedesc posibilitatea de reducere cu 40-95% a emisiilor de CO₂ în condițiile folosirii, de exemplu, a cimenturilor geopolimerice (cu cenușă zburătoare sau zgură de furnal)[7]. Un material bun pentru producția de beton trebuie să îndeplinească câteva criterii de calitate legate de: eficiența resurselor naturale, disponibilitate pe plan local, reutilizare, reciclabilitate și durabilitate, eficiență energetică (energia utilizată pentru producerea de beton), conservarea apei [7].

Cele mai importante materiale adiționale folosite în rețeta betonului sunt:

- Cenușa zburătoare sau cenușa de combustibil solid folosită în locul cimentului în proporție de aproximativ 30%; prezintă ca avantaj creșterea durabilității și lucrabilității betonului [4].
- Cenușa rezultată din arderea de combustibil lichid reprezintă un material ce îmbunătățește proprietățile betonului asupra rezistenței la compresiune, contracțiile la uscare, permeabilitatea la apă, reacții alcali-silice, rezistența la carbonatare, la infiltrațiile de cloruri și la sulfați [11].
- Silicea ultrafină (subprodus al aliajelor siliconice și ferosiliconice din cuarț și cărbunele ars în centralele electrice) folosită ca adaos crește rezistența la tensiune, modulul de elasticitate la compresiune și încovoiere și ductilitatea la compresiune, crește căldura specifică și scade conductivitatea termică, densitatea și lucrabilitatea; dacă împreună cu silicea ultrafină este utilizat un alt adaos precum silan, drept efect se constată o creștere a conductivității termice [7].
- Fibre, deșeuri din lemn, derivate din plante (sticlă, carbon, bor, nucleu de cocos, trestie de zahăr sau celuloză) sunt folosite în armarea betonului în vederea asigurării rezistenței la tensiune, ductilității și comportării post-fisurare. Deșeurile din lemn (cenușa rezultată din arderea masei lemnoase) pot fi reutilizate pentru a înlocui materialul granular în lucrări geotehnice (fundații de drumuri); totuși acest tip de cenușă nu este permis a fi folosit de standardele în vigoare din domeniul construcțiilor, motiv pentru care cele mai multe studii de până acum au vizat impactul adaosurilor de cenușă provenită din combustia cărbunilor și a biomasei în

amestec și doar într-o pondere mai mică a adaosurilor doar de cenușă provenită din arderea biomasei [12]. Subprodusele derivate din plante (fibre vegetale) pot mări rezistența betonului prin reducerea volumului de goluri din material[13].

- Polimerii folosiți în rețeta betonului reprezintă un concept nou, acești compuși măbind semnificativ rezistențele mecanice și chimice, prezintă bune proprietăți de izolare termică și fonică, reduc apariția și propagarea fisurilor, sporesc flexibilitatea materialului, dar generează costuri ridicate de producție [14,15]. Întrebunțările unui astfel de beton sunt din ce în ce mai diversificate, considerând prefabricatele din beton pentru clădiri, panouri de pod, baraje, rezervoare, subsoluri, material de căptușeală în industria alimentară și cea chimică[16]. Folosirea polimerilor în asemenea scopuri este din ce în ce mai solicitată în ultima vreme, atât datorită eficacității dovedite ca liant în producerea unui beton de calitate, cât și pentru reducerea costurilor de producție [18].

- Deșeurile de plută și poliuretanul, materiale greu biodegradabile, ocupă un spațiu vast de depozitare, dar prezintă multe caracteristici bune (flexibilitate, duritate și coeficientul de dilatare liniară bun), fiind astfel utile pentru producția de beton , utilizându-se ca materii inerte în matricea de ciment sau încorporate ca agregate în beton [19].

- Deșeurile din demolări reprezintă deșeurile rezultate din distrugerea clădirilor, drumurilor, podurilor sau a altor structuri. Deșeurile variază din punct de vedere al compoziției; componentele majore sunt betonul, sticla, produsele din lemn, țigla, cărămida, oțelul și gips-cartonul [8].

3.4. Folosirea deșeurilor rezultate din demolări în industria materialelor de construcții

Protecția mediului este una dintre cerințele importante ale societății actuale, realizabilă prin protejarea naturii și a resurselor și prin scăderea consumului de energie. Industria construcțiilor este puternic implicată în condiția de mediu, deoarece aceasta folosește ca materii prime mari cantități de resurse naturale și prezintă un consum ridicat de energie [34]. Termenul de “deșeuri din construcții și demolări” face referire la deșeurile rezultate din activitățile de construire, renovare, reabilitare, reparare, consolidare, demolare a construcțiilor civile, construcțiilor industriale, structurilor edilitare, infrastructurilor de transport precum și a activităților de dragare și decolmatare.

3.4.1. Deșeuri rezultate din demolări

Deșeurile rezultate din construcții și demolări sunt una dintre cele mai importante categorii de deșeuri cu impact negativ asupra mediului [32], asupra economiei, sănătății publice și a vieții sociale [33]. Aceste deșeurile pot fi sortate și reciclate,

Însă înainte de extragerea deșeurilor trebuie anihilată posibilitatea de contaminare cu plumb, azbest sau diferite materiale periculoase [8]. Materialele principale care pot fi valorificate din deșeurile rezultate din construcții și demolări sunt: materialul excavat (sol, nisip, pietriș, argilă, roci); materiale de la construcția drumurilor (bitum, smoală, pavaj, nisip, pietriș, roci concasate); materiale de la construcția sau demolarea clădirilor (sol, ciment, țigle, cărămizi, beton, ipsos, lemn, metale, sticlă); materiale de pe șantierele de construcții (lemn, plastic, hârtie, carton, metale, cabluri, soluții de lăcuit și vopsit).

Materialul excavat este reprezentat de pământurile necontaminate care rezultă din execuția construcțiilor sau a demolărilor. Aceste pământuri pot fi folosite ca materiale de acoperire zilnică a deșeurilor, închiderea depozitelor de deșuri menajere, bariere tampon pentru izolarea fonică, material de umplură adiacent diferitelor construcții, suport în vederea îmbunătățirii terenurilor slabe [38].

Betonul este un amestec de ciment , apă și agregate. Este unul dintre cele mai utilizate materiale de construcție, iar atunci când este tratat ca deșeu, ca urmare a demolării clădirilor, podurilor sau drumurilor, poate fi un deșeu în cantitate apreciabilă. Concasoarele pot mărunți molozul sau elementele din beton, ca apoi cu ajutorul unor ecrane și separatoare magnetice resturile metalice să poată fi eliminate. Produsul obținut final are dimensiunea agregatelor în funcție de tehnologia folosită și de cerințele noului proiect. Deșeurile din beton pot fi reciclate și transformate într-o gamă largă de produse cu rol de pavare sau drenare. Sfărâmăturile de beton pot fi folosite drept agregate pentru betoane proaspete: în acest scop ele se concasează până ajung la mărimea obișnuită a agregatului și a sorturile necesare pentru realizarea unui anumit tip de beton. Concasoarele de beton permit, de asemenea, reciclarea betonului chiar pe locul demolării. Betonul cu agregate din beton reciclat este, de regulă, mai scump decât betonul cu agregate de balastieră, din cauza controlului calitativ suplimentar. Din acest motiv, sunt necesare adoptarea unor serii de măsuri de stimulare a refolosirii deșeurilor din demolări ca agregate în betoane noi, în paralel cu limitarea consumului de materii prime naturale [25].

În mod similar , cărămizile și pavelele pot fi reciclate prin strivire în moloz. Acestea pot fi concasate pentru a fi utilizate ca produse de pavare sau drenare. În prezent se realizează diferite studii și încercări de laborator pentru a folosi amestecul de piatră și cărămidă în executarea stratului de bază a drumurilor. O altă utilizare a cărămizilor și pavelelor provenite din demolări include refolosirea acestora, fără a mai fi concasate, în execuția construcțiilor noi. Cel mai mare impediment al acestei soluții este acela că produsul trebuie sortat și curățat de vechiul mortar. În etapa de curățare cărămizile sau pavelele se pot fisura făcând imposibilă reutilizarea acestora [36]. Din aceeași clasă face parte și nămolul roșu sau șlamul de bauxită, care rezultă din prelucrarea bauxitei în scopul obținerii aluminei, prin procedeul Bayer . Conform acestui procedeu, bauxita este tratată în autoclave cu hidroxidul de sodiu, obținându-se aluminat de sodiu în soluție și un

reziduu insolubil, denumit șlam sau nămol roșu (NR). După spălare cu apă, în scopul recuperării hidroxidului de sodiu antrenat, NR este pompat, ca suspensie apoasă, în bazine de decantare. Sedimentul rezultat prin decantare poate atinge un conținut în fază solidă de 50-60%. Datele din literatura de specialitate arată că resursele de NR sunt suficient de mari pentru ca valorificarea lui să prezinte interes pentru cercetări, inclusiv în domeniul materialelor de construcții.

În cazul rezidurilor lemnoase din deșeurile de construcții și demolări este indicată colectarea acestor deșeuri separat în vederea prelucrării. Deșeurile din lemn aduse la unitățile de valorificare sunt testate pentru depistarea deșeurilor lemnoase contaminate (lemn vopsit) și a materialelor nedorite, precum praf, roci, gunoi. Instalațiile care prelucrează deșeurile lemnoase pentru combustibilii alternativi pot separa deșeurile lemnoase rezultate din construcții și demolări sau din fracția de deșeuri vegetale. Folosirea lemnului reciclat elimină nevoia achiziționării de cherestea atunci când este folosit în cantități mai mici în construcții.

Fabricarea unui produs nou din metal reciclat economisește între 74% și 95% din energia necesară realizării aceluiasi produs din resurse primare de metal. Reciclarea metalelor, pe lângă conservarea resurselor naturale, reduce semnificativ cantitatea deșeurilor care ajung la groapa de deșeuri. Colectarea, vânzarea și reciclarea deșeurilor metalice poate constitui o industrie proprie [8].

Există tehnologii pentru reciclarea deșeurilor de gips. Acestea pot fi folosite în izolații fonice, agricultură, ignifugări, producția de ciment, în materiale aerate sau reciclat în noi produse din gips-carton. Piese de prindere și îmbinare a plăcilor de gips-carton pot fi reutilizate sau reciclate [25].

3.4.2. Betoane cu materiale rezultate din demolări

Amestecurile de beton tradiționale și netradiționale se optimizează din diferite perspective, urmărindu-se în special performanța tehnică (caracteristicile mecanice și de durabilitate) și ciclurile de viață economice (costuri) și de mediu (de exemplu încălzirea globală și consumul de energie). Astfel dimensiunile performanței depind de aplicația concretă. Luând în considerare volumul important de deșeurile generate de activitatea de construcții și demolări, valorificarea acestora prezintă un mare interes deoarece este posibilă reutilizarea betonului vechi concasat ca substitut al agregatului natural în noul beton, fiind folosit pentru înlocuirea sincronă a cimentului și a agregatelor, minimizând efectul negativ asupra structurii. Rezultatele experimentale relevă faptul că microstructura este îmbunătățită datorită adăugării acestor deșeuri solide, reciclarea acestora ca material de umplutură în dezvoltarea betonului oferă o perspectivă promițătoare de a dezvolta un material durabil pe bază de ciment cu proprietăți avansate [22].

Betonele prefabricate concasate rezultate din demolări pot fi încorporate în beton ca agregate reciclate. A fost de asemenea investigată posibilitatea / necesitatea de a

corecta compoziția amestecurilor de beton cu agregate reciclate prin testarea conținuturilor diferite ale unui superplastifiant care intenționează să reproducă caracteristicile unui beton de referință, adică un amestec cu o compoziție analogică, dar în care toate agregatele sunt naturale. Studiile efectuate asupra acestei categorii demonstrează că amestecurile de beton cu agregate reciclate au o performanță echivalentă cu cea a betonului de referință în majoritatea proprietăților [31].

O cantitate semnificativă de beton produsă în întreaga lume este returnată, nefiind neutilizată în producție cu potențialul de a provoca daune grave solurilor și apelor naturale. Acest beton proaspăt, nefolosit, poate fi utilizat ca un agregat artificial și reintrodus în ciclul de producție din beton, refolosit în loc de agregate naturale groșiere în producția de beton nou [23].

Fibrele din beton armat (FRC) prezintă avantaje (minimizarea fisurării, creșterea absorbției compozite a energiei și creșterea rezistenței reziduale); în urma mai multor studii s-a observat că betonul agregat reciclat armat cu fibre poate fi folosit cu succes în plăcile pentru pavaje [24].

Amestecurile de beton pot conține diferite cantități de agregate din beton reciclat (RCA) și / sau cenușă zburătoare (FA), acestea fiind optimizate pentru diferite aplicații în sectorul construcțiilor [19]. Astfel, se poate aprecia că este posibilă valorificarea simultană a cenușii de termocentrală și a betonului vechi (concasat), prin obținerea unor betoane care, pentru anumite caracteristici compoziționale, prezintă proprietăți (rezistență mecanică, impermeabilitate, rezistență la îngheț-dezghet) apropiate de ale unui beton de referință, preparat cu materiale convenționale. Majoritatea cercetărilor din acest domeniu se referă la posibilitatea utilizării agregatului de la betonul vechi concasat ca înlocuitor parțial, fracție brută, din agregatul convențional. Proprietățile principale ale agregatului de beton reciclat cum ar fi densitatea, porozitatea, absorbția apei, influențează proprietățile noului beton realizat cu acestea agregat [34]. Rezultatele arată că se pot crea amestecuri optime de beton pentru a îmbunătăți caracteristicile, costul și impactul asupra mediului prin încorporarea simultană cu FA și cu RCA, decât prin încorporarea lor individuală. Deoarece procesul de optimizare depinde în mod esențial de "aplicarea betonului" și de "caracteristicile specifice" care pot fi solicitate de utilizator, trebuie să se identifice mai întâi aplicarea amestecurilor de beton și a scenariului. În concluzie, este recomandabil să se utilizeze atât RCA cât și FA pentru a obține un amestec beton durabil [19].

Sticla este un alt material provenit din deșeurile rezultate din demolări care este utilizat în rețeta betoanelor cu materiale reciclate. Cercetătorii au analizat comportamentul mecanic al rezistenței și durabilității materialelor pe bază de ciment modificate cu două tipuri de pulberi de sticlă și cenușă, rezistențele mecanice au fost evaluate prin teste de rezistență la compresiune și încovoiere [37]. De asemenea, s-a constatat că dimensiunea agregatelor influențează puternic lucrabilitatea betonului, amestecurile fiind în totalitate fezabile, chiar dacă există

unele diferențe în performanță; funcție de dimensiunea particulelor utilizate, proprietățile legate de durabilitate și rezistență la compresiune nu se modifică în mod semnificativ [27].

Spumele expandate din polistiren (EPS) sunt utilizate pe scară largă ca materiale de ambalaj, materiale de construcții și în aparatele de uz casnic, cauzând poluare asupra mediului, deoarece nu pot fi descompuse în natură. Betonul cu polistiren expandat este un material de construcții ușor, care prezintă proprietăți mecanice bune pentru industria construcțiilor [29]. ESP se poate folosi atât în stare brută ca material ușor care se încorporează în rețeta betoanelor înlocuind parțial fracția de polistiren stabilizat (rezultatele cercetărilor asupra acestui tip de beton indică faptul că există o scădere a rezistenței la compresiune) sau ca EPS supus tratamentului termic. Această tehnică reduce volumul de deșeuri EPS de aproximativ 20 de ori față de original. După modificare densitatea, conductivitatea termică și rezistența la compresiune a deșeurilor EPS cresc semnificativ, crescând astfel și rezistența la compresiune a noului tip de beton. Materialul obținut după tratamentul termic se numește deșeu modificat de EPS (MEPS) [28].

Lemnul este un material excelent din punct de vedere funcțional, ecologic și estetic. Cantități importante de lemn sunt pierdute în procesul de producție. Statisticile indică faptul că, în timpul procesării până la 40-50% din cantitatea de materie primă din lemn devine reziduri. Reciclarea lemnului ca agregat în rețeta de beton a generat studii care au arătat că rezistența la compresiune și întindere a betonului cu agregat de lemn este comparabilă cu cea a betonului clasic [30].

4. CONCLUZII ȘI DEZVOLTĂRI ULTERIOARE

Dezvoltarea durabilă susține ideea de îmbunătățirea condiției umane, subliniind importanța unui echilibru dintre creșterea economică și protecția mediului. Concluzia este aceea dezvoltarea durabilă înseamnă utilizarea unor resurse naturale fără a compromite regenerarea pentru generația următoare. Pentru un management corespunzător al deșeurilor din construcții și demolări se recomandă identificarea corectă a tipurilor de deșeuri și a materialelor care pot fi reciclate și reutilizate [32].

Între țările Uniunii Europene există diferențe mari între gradul de generare a deșeurilor din construcții și demolări pe cap de locuitor și de asemenea între gradul de reciclare al acestora. Majoritatea țărilor din Uniunea Europeană reciclează beton, cărămizi și asfalt, dar și un procent important din pământ, balast, criblură. În România rata de reciclare a deșeurilor din construcții și demolări este aproape nulă. Până în anul 2020, această rată va trebui să ajungă la 70% din cantitatea de deșeuri din construcții și demolări generată, conform Directivei Cadru 2008/98/CE. Pentru a reuși să recicleze, România are nevoie de legislație specifică în domeniul

deșeurilor din construcții și demolări. De asemenea trebuie să existe tehnici și tehnologii de reintroducere a materialelor în circuitul productive [25].

Reciclarea este bine venită pentru că acumularea de deșeuri este un factor important, care influențează mediul deoarece aceste deșeuri nu sunt biodegradabile. Orice produs ar trebui fabricat, consumat și transportat în mod durabil, în scopul protejării mediului și asigurarea prosperității societății pe termen lung.

În cele din urmă, betonul ecologic este un material revoluționar ce are ca efect o poluare a mediului mult redusă comparativ cu betonul convențional, folosind deșeuri din diverse industrii.

Bibliografie

- [1]Ishwar, Singh, Yadan, Dr.Mannek Kumar, Laboratory investigations of the properties of concrete containing recycled plastic aggregates, 2008;
- [2]Niemanu, H.I.,Peters, H.L.,Yerna W., Naturzugkühltürme im Wind.Betonund Stahletonban, 6/1972;
- [3]Badur S., Chaudhary R., Utilization of hazardous wastes and by-products as a green concrete material through S/S process: a review, Reviews on Advanced Materials Science, 17, 42-61,2008;
- [4]Garg C., Jain A., Green concrete: efficient and eco-friendly construction materials, IMPACT: International Journal of Research in engineering and technology, 2, 2, 259-264,2014;
- [5]Cătălina-Mihaela Helepciuc (Grădinaru), Betonul ecologic – A alternativă viabilă pentru protejarea mediului înconjurător, Creații universitare , 66-71 ,2016;
- [6]https://www.epa.gov/sites/production/files/2016-11/documents/2014_smmfactsheet_508.pdf
- [7]Imbabi M.S., Carrigan C., McKenna S., Trends and developments in green cement and concrete technology, International Journal of Sustainable Built Environment, 1, 194-216 , 2012;
- [8]Crossin E., The greenhouse gas implications of using ground granulated blast furnace slag as a cement substitute, Journal of Cleaner Production, 95, 101-108, 2015;
- [9]Proske T., Hainer S., Rezvani M., Graubner C.-A., Eco-friendly concretes with reduced water and cement content – Mix design principles and application in practice, Construction and Building Materials, 67, 413-421 , 2014;
- [10]Suhendro B., Toward green concrete for better sustainable environment, Procedia Engineering, 2nd International Conference on Sustainable Civil Engineering Structures and Construction Materials, 95, 305-320 , 2014;
- [11]Awal A.S.M.A., Hussin M.W., The effectiveness of palm oil fuel ash in preventing expansion due to alkali-silica reaction, Cement and Concrete Composites, 19, 367-372 , 1997;
- [12]Berra M., Mangialardi T., Paolini A. E., Reuse of woody biomass fly ash in cement-based materials, Construction and Building Materials, 76, 286-296 , 2015;
- [13]Chindaprasirt P., Rukzon S., Sirivivatnanon V., Resistance to chloride penetration of blended Portland cement mortar containing palm oil fuel ash, rice hush ash and fly ash, Construction and Building Materials, 22, 932-938 , 2008;
- [14]Agavrioloie L., Oprea S., Bărbuță M., Luca F., Characterisation of polymer concrete with epoxy polyurethane acryl matrix, Construction and Building Materials, 37, 190-196 ,2012;
- [15] Bărbuță M., Harja M., Properties of fiber reinforced polymer concrete, Buletinul Institutului Politehnic din Iași, Tomul LIV (LVIII), Fasc. 3, Sectia Construcții. Arhitectura , 2008;
- [16] Bărbuță M., Harja M., Ciobanu G., Mechanical properties of polymer concrete containing tire waste power, Journal of Food, Agriculture / Environment, vol 12 (2), 1185-1190 , 2014;

- [17] Mittermayr F., Rezvani M., Baldermann A., Hainer S., Breitenbücher, Juhart J., Graubner C.-A., Proske T., Sulfate resistance of cement-reduced eco-friendly concretes, *Cement & Concrete Composites*, 55, 364-373, 2015;
- [18] Yu R., Spiesz P., Brouwers H.J.H., Static properties and impact resistance of a green Ultra-High Performance Hybrid Fibre Reinforced Concrete (UHPHFRC): Experiments and modeling, *Construction and Building Materials*, 68, 158-171, 2014;
- [19] Rawaz Kurda, Jorge de Brito, José D. Silvestre, *CONCRETop* method: Optimization of concrete with various incorporation ratios of fly ash and recycled aggregates in terms of quality performance and life-cycle cost and environmental impacts, *Journal of Cleaner Production*, 642-657, 2019;
- [20] Miia Liikanen, Kaisa Grönman, Ivan Deviatkin, Jouni Havukainen, Mika Horttanainen, Construction and demolition waste as a raw material for wood polymer composites – Assessment of environmental impacts, *Journal of Cleaner Production*, Volume 225, Pages 716-727, 2019;
- [21] Nawaf I. Blaisi, Construction and demolition waste management in Saudi Arabia: Current practice and roadmap for sustainable management, *Journal of Cleaner Production*, Volume 221, Pages 167-175, 2019;
- [22] Xinpeng Wang, Rui Yu, Zhonghe Shui, Qiulei Song, Zhen Liu, Mingbao, Zhijie Liu, Shuo Wu, M. Bassani, J.C. Diaz Garcia, F. Meloni, G. Volpatti, D. Zampini, Recycled coarse aggregates from pelletized unused concrete for a more sustainable concrete production, *Journal of Cleaner Production*, Volume 219, Pages 424-432, 2019;
- [23] Yu R., Spiesz P., Brouwers H.J.H., Static properties and impact resistance of a green Ultra-High Performance Hybrid Fibre Reinforced Concrete (UHPHFRC): Experiments and modeling, *Construction and Building Materials*, 68, 158-171, 2014;
- [24] Ricardo Chan, Maurício A. Santana, André M. Oda, Ricardo C. Paniguel, Luiz B. Vieira, Antonio D. Figueiredo, Isaac Galobardes, Analysis of potential use of fibre reinforced recycled aggregate concrete for sustainable pavements, *Journal of Cleaner Production*, Volume 218, Pages 183-191, 2019;
- [25] Cristina Iacoboaia, Mihai Șercăianu, Reciclarea deșeurilor din construcții și demolări - o necesitate?, *The Romanian Economic Journal*, nr. 33, 2009;
- [26] M. Kamali, A. Ghahremaninezhad, Effect of glass powders on the mechanical and durability properties of cementitious materials, *Constr. Build. Mater.* 98, 407–416, 2015;
- [27] S. de Castro, J. de Brito, Evaluation of the durability of concrete made with crushed glass aggregates, *J. Cleaner Prod.* 41, 7–14, 2013;
- [28] Kan A, Demireboga R. A new technique of processing for waste expanded polystyrene foams as aggregates. *J Mater Process Technol*, 206(6):2994–3000, 2006;
- [29] Ning Liu, Bing Chen, Experimental study of the influence of EPS particle size on the mechanical properties of EPS lightweight concrete, *Construction and Building Materials*, 68, 227–232, (2014);
- [30] T.S. Thandavamoorthy-Wood waste as coarse aggregate in the production of concrete <http://dx.doi.org/10.1080/19648189.2015.1016631> *European Journal of Environmental and Civil Engineering*, Volume 20, Issue 2, 125-141, 2016;
- [31] D. Soares, J. de Brito, J. Ferreira, J. Pacheco, Use of coarse recycled aggregates from precast concrete rejects: mechanical and durability performance, *Constr. Build. Mater.* 71, 263–272, 2014;
- [32] IM Simion, C Ghinea, SG Maxineasa, N Taranu, A Bonoli, M Gavrilăscu, Ecological footprint applied in the assessment of construction and demolition waste integrated management, *Environmental Engineering and Management Journal* 12 (4), 779-788, 2013;
- [33] Md. Aminur Rahman, Monzur A. Imteaz, Arul Arulrajah, Jegatheesan Piratheepan, Mahdi Miri Disfani, Recycled construction and demolition materials in permeable pavement systems: geotechnical and hydraulic characteristics, *Journal of Cleaner Production* 90, 183-194, 2015;
- [34] C. Munteanu, M. Georgescu, Compozite tip beton realizate prin valorificarea unor deșeuri, *Revista Română de Materiale / Romanian Journal of Materials*, 46 (3), 269 – 276, 2016;

- [35]Darnton, A., Segmenting for Sustainability. Research and Analysis for the Social Marketing Practice, Didcot, UK, 2006 Fischer C. , Werge M., EU as a Recycling Society Present recycling levels of Municipal Waste and Construction & Demolition Waste in the EU, European Topic Centre on Resource and Waste Management, 2009 ;
- [36]Iacoboaia C., Luca O., Petrescu F., Construction and demolition waste management in Romania, The twenty-fourth International Conference on Solid Waste Technology and Management, Philadelphia, USA, 2009 ;
- [37]Mazzanti M., Zoboli R., Waste generation, waste disposal and policy effectiveness: Evidence on decoupling from the European Union, Resources, Conservation and Recycling 52, 2008 ;
- [38]Poterăș G.,Reciclarea materialelor provenite din demolări și dezafectări, Salubritatea nr.1(17), 2006;

Deșeurile municipale, sursă de energie neconvențională pentru clădiri

Lupu Marius Lucian,

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

Rezumat

Energia neconvențională este din ce în ce importantă datorită creșterii poluării și prețului energiei obținute prin metode tradiționale. Lucrarea are ca scop studiul gestionării deșeurilor municipale utilizabile ca sursă de energie neconvențională pentru sectorul de construcții. Studiul este structurat în patru secțiuni; astfel, în prima parte se tratează principiile care definesc și generează politicile economice, a doua parte detaliază managementul deșeurilor municipale ca sursă de energie neconvențională pentru clădiri, urmând ca metodele de conversie prin tratare termică a deșeurilor municipale să fie prezentate în secțiunea a treia. În concluzii se evidențiază beneficiile unei abordări ce a avut rezultate pozitive în alte țări.

Cuvinte cheie: deșeuri municipale, energie neconvențională, reciclare, incinerare, piroliză.

1. INTRODUCERE

Sectorul construcțiilor reprezintă peste 40% din consumul energetic final din țările membre ale Comunității Europene, după cum se arată în Directiva 2002/91/CE a Parlamentului European și a Consiliului, privind performanța energetică a clădirilor (Parlamentul European și a Consiliul, 2002). Datorită extinderii acestui sector, este clar că va crește consumul de energie, deci implicit și emisiile de CO₂. Conform Directivei 89/106/CEE se impune ca instalațiile de încălzire, ventilație și răcire a clădirilor să fie proiectate astfel încât cantitatea de energie necesară să fie redusă (Consiliul European, 1988).

Măsurile care trebuie luate pentru creșterea performanței energetice a clădirilor trebuie să țină seama de condițiile climatice locale, de ambianța climatică din exterior și de raportul cost — eficiență. În același timp, datorită apariției fenomenului de încălzire globală, în ultima perioadă a crescut cererea de sisteme de climatizare. Aceasta poate duce la probleme la orele de vârf energetic, determinând creșterea balanței energetice.

Având în vedere aceste aspecte, implementarea unor măsuri pentru creșterea performanțelor energetice ale clădirilor este importantă. Directiva 2002/91/CE care

stabilește cerințele legate de cadrul general pentru o metodologie de calcul a performanțelor energetice, aplicarea cerințelor minime privind performanța energetică a clădirilor noi și de asemenea, la clădirile existente, supuse renovării, certificarea energetică a clădirilor și inspecția periodică a cazanelor și sistemelor de climatizare, precum și reglementările privind evaluarea instalațiilor de încălzire ale căror cazane au o vechime de peste 15 ani (Parlamentul European și a Consiliul, 2002).

Performanța energetică a clădirii este definită în Legea nr. 372/2005 și poate include, pe lângă alți indicatori privind rezistența termică și un indicator al emisiei de dioxid de carbon. Performanța energetică a unei clădiri este reprezentată de cantitatea de energie, consumată efectiv sau estimată, necesară pentru a face față necesităților legate de utilizarea uzuală a clădirii (încălzire, apă caldă, sistemul de încălzire/răcire, ventilația și iluminatul) (Parlamentul României, 2005).

În sens restrâns, noțiunea de eficiență energetică are înțelesul de performanță energetică. În sens larg, noțiunea este legată de cerința reducerii consumului de energie. Cele două semnificații nu sunt deci total diferite, sensul larg al noțiunii de eficiență energetică incluzând sau cel puțin implicând în principiu sensul său restrâns. Sensul larg al noțiunii de eficiență energetică este caracteristic și perfect compatibil cu economia de piață. Îmbunătățirea eficienței energetice la nivel național constituie de regulă efectul unor politici energetice pe termen mediu sau lung.

Esența unei politici energetice corecte constă în realizarea unui echilibru între cererea și oferta de energie în condiții suportabile din punct de vedere economic, social și ecologic. Până nu demult, atenția tuturor factorilor de decizie a fost concentrată asupra ofertei, fapt care a favorizat consumuri neraționale și a declanșat situații de criză energetică cu repercusiuni la nivel mondial. În ultimii douăzeci și cinci de ani, factorii responsabili au înțeles necesitatea schimbării modului de abordare a problemei energetice. A apărut astfel cu claritate un nou tip de politică energetică, orientată spre cererea de energie, ale cărei direcții prioritare de acțiune sunt conservarea energiei și promovarea surselor regenerabile de energie.

Constatarea făcută de majoritatea țărilor, mai mult sau mai puțin dezvoltate, că atât investițiile, cât și o serie de alte măsuri sunt, de regulă, îndreptate spre creșterea producției de energie și mai puțin spre creșterea eficienței utilizării acesteia, a generat, în mod firesc, investigații asupra barierelor aflate în calea procesului de eficientizare a consumului energetic final. Studiile și analizele efectuate au evidențiat patru tipuri de bariere importante care stau în calea aplicării politicilor energetice adaptate dinamicii actuale de dezvoltarea a societății, cu cerințele și limitările cunoscute. Astfel, barierele de natură tehnică constau în lipsa echipamentelor performante, categorii care include și aparatele de măsură, în lipsa

de cunoștințe și experiență în managementul energiei și în lipsa cadrului adecvat pentru cercetarea științifică și transferul tehnologic specifice.

Barierile de natură economică constau în prețuri ale producătorilor de energie care nu reflectă costurile de producere, transport și distribuție, în sistemul de control al prețurilor și neconsiderarea prețurilor marginale și în deformarea participației energiei în prețul de cost al produselor. Barierele de natură financiară sunt legate de caracterul limitat al fondurilor disponibile pentru măsurile de economie de energie și de lipsa unui cadru adecvat pentru procurarea acestor fonduri (licitații financiare și fiscale, alte priorități adiționale, etc).

Barierile de natură instituțională și managerială derivă din structura decizională inadecvată, la nivel local și național, din caracterul incomplet al legislației și reglementărilor în domeniul eficienței energetice, din necunoașterea potențialului real de conservare a energiei, din lipsa consultanței economice și bancare în domeniu și din lipsa tehnicilor pentru managementul energetic modern în întreprinderi.

Bariera percepută cel mai ușor și recunoscută unanim este bariera financiară legată de puterea economică redusă a țărilor în tranziție, care poate genera un cerc vicios. Astfel, puterea economică redusă duce la lipsa investițiilor în domeniul conservării energiei, fapt care are ca efect menținerea unor consumuri ridicate, situație care determină scăderea mai accentuată a puterii economice.

În realitate, această problemă este parțial falsă pentru că ea este generată de altă barieră, mai puțin vizibilă, printr-o analiză formală și anume lipsa cunoștințelor și a experienței în atragerea investițiilor externe și a utilizării mecanismelor financiare adecvate.

Cunoașterea barierelor prezentate constituie un element esențial în stabilirea unor strategii de eficiență energetică, deoarece atât alegerea obiectivelor strategice cât și a metodelor și naturii programelor trebuie făcută în așa fel încât să facă posibilă depășirea lor. De asemenea, este importantă ordinea de prioritate în care aceste bariere sunt atacate și mijloacele folosite în acest scop.

Unul din cele mai recente obiective ale strategiilor de eficiență energetică în Europa este separarea creșterii economice de creșterea utilizării resurselor și energiei, cu rezultate evidente în impacturile respective asupra mediului.

Deșeurile sunt tot mai mult considerate o problemă ecologică și, în același timp, o posibilă resursă economică, a cărei recuperare poate aduce importante avantaje economice. Deșeurile municipale, aflate în depozite, pot constitui o sursă de energie neconvențională pentru clădiri.

2. DEȘEURURI MUNICIPALE

Prin deșeurile municipale înțelegem totalitatea deșeurilor generate în mediul urban și rural din gospodării, instituții, unități comerciale, agenți economici (deșeurii menajere și asimilabile), deșeurii stradale colectate din spații publice, străzi, parcuri, spații verzi, precum și deșeurii din construcții și demolări colectate de operatorii de salubritate.

În structura deșeurilor municipale din România, cea mai mare pondere o au deșeurile menajere (circa 81%), în timp ce deșeurile stradale și deșeurile din construcții și demolări au aproximativ aceeași pondere 10%, respectiv 9%. Peste 90% din aceste deșeurii sunt eliminate prin depozitare. Gestionarea deșeurilor municipale presupune colectarea, transportul, valorificarea și eliminarea acestora, inclusiv monitorizarea depozitelor de deșeurii după închidere (POCA, 2017).

Responsabilitatea pentru gestionarea deșeurilor municipale aparține administrațiilor publice locale, care, individual sau prin concesionarea serviciului de salubritate către un agent economic autorizat, trebuie să asigure colectarea selectivă, transportul, neutralizarea, valorificarea și eliminarea finală a acestor deșeurii

2.1. Generarea și gestionarea deșeurilor municipale

Conform legislației în vigoare, pe baza unor chestionare stabilite la nivel național, sunt raportate anual date privind gestionarea deșeurilor de către toți operatorii de salubritate și cei autorizați pentru colectarea de deșeurii, precum și operatorii instalațiilor de gestionare a deșeurilor către agențiile locale pentru protecția mediului.

Tabel 1. Deșeurii municipale generate în România în perioada 2010-2014 (POCA, 2017)

Tipuri de deșeurii municipale	Cantitatea de deșeurii municipale (tone/an)				
	2010	2011	2012	2013	2014
Deșeurii menajere colectate în amestec și separat	3.367.325	2.955.517	2.654.525	2.817.947	2.900.695
Deșeurii similare colectate în amestec și separat	1.176.870	917.794	852.591	874.591	902.144
Deșeurii din grădini și parcuri	123.514	100.700	95.223	97.204	70.134
Deșeurii din piețe	81.773	90.024	71.270	61.330	54.170
Deșeurii stradale	343.550	294.478	313.823	391.168	340.948
Deșeurii menajere generate și necolectate	1.250.112	857.650	1.056.687	828.564	687.985
Total deșeurii municipale generate	6.343.144	5.216.162	5.044.121	5.070.805	4.956.075

Din total deșeuri municipale, 72-74% reprezintă deșeuri menajere, 17-18% deșeuri similare (generate de operatorii economici și instituții) și 9-11% sunt deșeuri din servicii publice. Există o scădere a cantității de deșeuri municipale generată în perioada 2010-2014. Astfel, cea mai dramatică scădere a fost în anul 2011, cu 18% față de anul precedent. În 2012, cantitatea a mai scăzut doar cu 4%, urmând ca în 2013 să rămână aproape constantă iar în 2014 să scadă cu circa 2%. Această continuă scădere este în contradicție cu evoluția PIB, care a înregistrat o creștere anuală relativ constantă, de 57% (POCA, 2017).

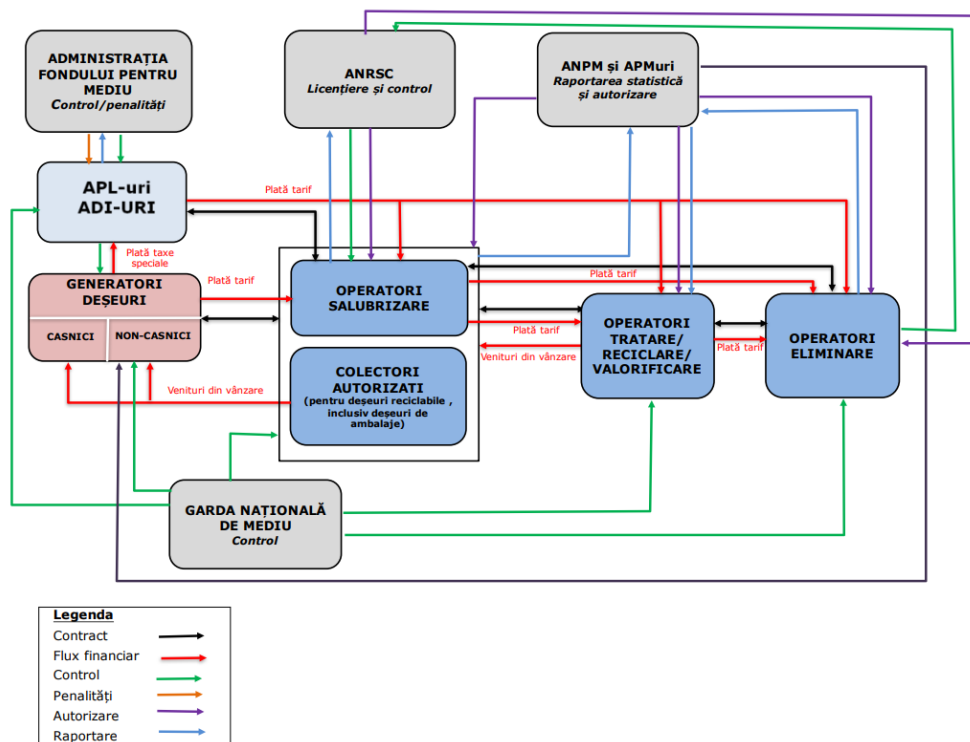


Fig. 2. Schema actuală a gestionării deșeurilor în România (PNGD, 2017)

În Legea nr. 101/2006 privind salubritatea localităților este prevăzut că *autoritățile administrației publice locale au competențe exclusive în ceea ce privește înființarea, organizarea, gestionarea și coordonarea serviciului de salubritate a localităților* (Legea nr. 101, 2006).

Astfel, singurul responsabil cu gestionarea deșeurilor municipale este autoritatea publică locală, care poate delega operarea serviciilor de salubritate numai operatorilor de salubritate licențiați. Deșeurile municipale colectate de generatori (casnici și non-casnici) sunt transportate la instalațiile de tratare, reciclare, valorificare și/sau la instalațiile de eliminare (figura 2).

2.1.1. Generarea și gestionarea deșeurilor biodegradabile municipale

Deșeurile biodegradabile municipale se regăsesc în toate categoriile de deșeuri municipale:

- deșeuri menajere și similare (biodeșeuri, hârtie și carton, lemn și partea biodegradabilă a deșeurilor textile și voluminoase);
- deșeuri din grădini și parcuri (biodeșeuri);
- deșeuri din piețe - biodeșeuri, hârtie și carton și deșeuri de lemn.

2.1.2. Generarea și gestionarea deșeurilor municipale periculoase

Conform datelor publicate de Eurostat, media de generare a deșeurilor municipale periculoase în România a fost de 1 kg/locuitor/an în 2014. În cazul Uniunii Europene media de generare a deșeurilor municipale a fost de 7 kg/locuitor/an în 2012, crescând la 8 kg/locuitor/an în 2014. Colectarea separată a deșeurilor periculoase din deșeurile municipale nu este extinsă la nivel național, cantitățile colectate fiind extrem de reduse. După colectare acestea sunt stocate temporar și transportate spre eliminare la instalațiile de eliminare a deșeurilor periculoase (Castillo-Giménez, 2019; Eurostat, 2014).

2.2. Reciclare/Reutilizare

Reciclarea este operațiunea de valorificare prin care deșeurile sunt transformate în produse, materiale sau substanțe pentru a-și îndeplini funcția inițială ori pentru alte scopuri. Aceasta include retratarea materialelor organice, dar nu include valorificarea energetică și conversia în vederea folosirii materialelor drept combustibil (Parlamentul României, 2011).

Distingem 3 tipuri de reciclare (Singh, 2019):

- reciclarea în cerc închis: un proces de reciclare în care deșeurile sunt utilizate în același scop ca și cel original sau în alt scop care necesită proprietăți cel puțin la fel de severe ca și aplicația anterioară așa încât, după una sau mai multe folosiri acest material să poată fi utilizat din nou cu scopul inițial;
- reciclarea în cerc deschis: un proces de reciclare în care deșeurile sunt utilizate pentru alt scop decât cel inițial și nu vor mai fi utilizate din nou pentru același scop inițial;
- reciclarea verticală: un proces de reciclare în care deșeurile ce provin dintr-un material uzat sunt folosite pentru a face un produs ce nu necesită proprietăți atât de severe ca cele anterioare.

Reutilizarea înseamnă orice operațiune prin care produsele sau componentele care nu au devenit deșeuri sunt utilizate din nou în același scop pentru care au fost concepute (Parlamentul României, 2011; POCA, 2017).

3. METODE DE TRATARE TERMICĂ A DEȘEURILOR

Printre procedeele termice din cadrul tratării deșeurilor se numără incinerarea deșeurilor, piroliza deșeurilor, co-incinerarea deșeurilor și procedeul de uscare. Cel mai important procedeu termic este la ora actuală incinerarea deșeurilor, procedeu prin care se poate face conversia deșeurilor municipale în sursă de energie neconvențională pentru clădiri.

3.1. Incinerarea deșeurilor

În managementul modern al deșeurilor, incinerării deșeurilor îi revine sarcina de a trata deșeurile reziduale ce nu mai pot fi valorificate, astfel încât să se ajungă la (Li *et*, 2019):

- inertizarea deșeurilor reziduale, minimizând emisiile în aer și apă;
- distrugerea materialelor nocive organice, respectiv concentrarea materialelor anorganice;
- reducerea masei de deșeuri de depozitat, în special a volumului;
- folosirea valorii calorifice a deșeurilor reziduale în vederea protejării resurselor de energie;
- transferarea deșeurilor reziduale în materii prime secundare în vederea protejării celorlalte resurse materiale.

Pe lângă criteriile enumerate mai sus se va mai ține cont și de următoarele aspecte (Li *et*, 2019):

- siguranța funcționării;
- necesarul de investiții;
- necesarul de spațiu;
- cantități prelucrate posibile, respectiv viabile.

3.2. Piroliza și gazarea deșeurilor

În cadrul pirolizei, deșeurile organice se transformă prin intermediul descompunerii termice sub reținerea aerului în produse ce pot fi valorificate energetic datorită conținutului mare de energie, respectiv depozitate în cantități mult mai reduse.

Avantajele pirolizei (Irfan *et al*, 2019):

- procedee necomplicate, care pot funcționa și cu cantități mici de prelucrare de până la 10 tone/oră;
- posibilitatea recuperării energiei și materiei prime;
- posibilitatea de depozitare a produselor valorificabile în mod energetic;
- flexibilitatea față de diversele componente ale deșeurilor;
- evitarea în mare măsură a impactului asupra mediului.

Scopul pirolizei este unul asemănător cu cel al incinerării, volumul deșeurilor reducându-se considerabil într-o formă ce face posibilă o depozitare fără impact semnificativ asupra mediului. La o incinerare convențională, procesele de uscare, degazare, gaze și incinerare au loc într-o singură camera. La piroliză, unele dintre aceste procese parțiale pot fi executate în reactoare separate, astfel încât degazarea și gazarea să devină procedee de tratare a deșeurilor de sine stătătoare (Irfan *et al*, 2019).

Piroliza reprezintă descompunerea termică a materialului organic, eliminându-se compuși, cum ar fi oxigenul, CO₂, aburul etc. în intervalele de temperatura între 150 — 900°C se elimină materii volatile, iar compuși de carbohidrați se descompun. Prin transformarea pirolitică a deșeurilor iau naștere diverse produse dependente de componenta materialului inițial, de parametrii de funcționare ai instalației, de condițiile de încălzire ale temperaturii de degazare și de durata reacției. Pot apărea următoarele produse finite (Irfan *et al*, 2019):

- combustibil respectiv, materii prime sub formă de asfalt, ulei, gaze de ardere,
- apa de condens cu impuritățile dizolvate în ea,
- reziduuri cum ar fi cocs, diverse metale, sticlă, nisip etc.

Pentru unele produse provenite din piroliza există o piață limitată, în special uleiurile provenite din degazarea anvelopelor uzate ce se pot folosi drept materie prima în industria chimică sau petrolieră. Condiția este însă ca instalația pirolitică să se afle în apropierea instalației prelucrătoare de ulei. Același lucru este valabil și pentru gazul pirolitic, care trebuie utilizat parțial la încălzirea propriului proces de piroliză (Irfan *et al*, 2019).

3.3. Coincinerarea deșeurilor

Coincinerarea reprezintă valorificarea energetică a anumitor tipuri de deșeuri în industrie, cum ar fi de exemplu, valorificarea anvelopelor uzate sau a combustibililor alternativi în cuptoare de ciment. De când deșeurile și combustibilii alternativi produși din acestea prin diferite metode de tratare au fost acceptați ca surse de energie, acestea sunt folosite tot mai mult ca înlocuitori în procesele industriale, în principal, în centralele electrice, fabricile de ciment și oțelării.

Deșeurile municipale nu sunt, de regulă, considerate materia primă pentru sistemele industriale de ardere și sunt folosite numai în calitate de combustibili alternativi. În schimb, datorită densității lor precum și proprietăților lor chimice și fizice, un mare număr de deșeuri de producție sunt folosite în sistemele de ardere industrială.

Avantajele coincinerării: reducerea cantității de deșeuri depozitate, valorificarea energetică a deșeurilor acolo unde valorificarea materială nu este posibilă, precum și conservarea resurselor de materii prime necesare pentru producerea energiei.

3.4. Procedee de uscare a deșeurilor

În cadrul procedeelor de uscare cea mai mare importanță o are uscarea nămolului. La alegerea procedurii este important dacă nămolul este puternic mirositor sau nu. În cazul nămolului mirositor se recomandă utilizarea unui proces indirect de uscare, cum ar fi uscarea cu pat fluidizat cu recirculare de vaporii. Aici apa transformată în abur poate fi condensată, iar mediul fluidizant (abur supraîncălzit) este introdus în circuitul procedural. Mirosurile sunt astfel în mare parte excluse (Rizwan, 2019). La uscarea cu transmitere, mediile de uscare cum ar fi gazele reziduale, aburul supraîncălzit ori vaporii sau aerul, se află în contact direct cu nămolul și preiau apa care se evaporă din acesta.

La sistemele închise cu abur supraîncălzit, un condensator realizează condensarea aburului în exces. La sistemele deschise, gazele reziduale încă fierbinți părăsesc uscătorul împreună cu aburul. La uscarea cu contact, căldura este condusă direct către materialul de uscat. Nămolul și mediul de încălzire sunt separate prin diferite tipuri de pereți. În funcție de alimentarea cu căldură se utilizează în principal următoarele tehnologii de uscare (Rizwan, 2019):

- a. uscarea cu contact: uscător cu peliculă; uscător cu disc; uscător cu pat fluidizat;
- b. uscarea cu transmitere: uscător cu cilindru rotativ, uscător cu suspensii, uscător cu etaje, uscător cu bandă.

4. CONCLUZII ȘI DEZVOLTĂRI ULTERIOARE

Experiența țărilor avansate economic și tehnologic arată că acțiunea de îmbunătățire a eficienței energetice trebuie să înceapă cu măsuri de natură organizatorică, care nu presupun investiții sau alte costuri. Economii astfel obținute sunt apoi investite în a doua etapă de măsuri de eficientizare. Abordarea etapizată rezolvă în multe situații problema lipsei capitalului disponibil pentru investiții.

Investițiile în proiecte de eficiență energetică au risc tehnologic redus. În plus, există avantajul multiplicării la o scară mai mare a soluțiilor testate sub forma unor proiecte pilot.

Abordarea deșeurilor municipale ca pe o resursă de materie primă și energetică este una corectă. Reciclarea și reutilizarea deșeurilor municipale reduc semnificativ impactul negativ asupra mediului, economisind energie deoarece se reduce numărul de procese industriale necesare producerii lor. Ele sunt o problemă dar în același timp sunt resursa pe care o putem folosi în avantajul nostru.

Bibliografie

1. Castillo-Giménez J, Montaños A, Picazo-Tadeo A.J., *Performance and convergence în municipal waste treatment în the European Union*, Waste Management, **LXXXV**, 222-231, (2019)
2. Consiliul European, *Directiva 89/106/CEE privind apropierea actelor cu putere de lege și a actelor administrative ale statelor membre referitoare la materialele de construcții*, (1988)
3. Eurostat, https://ec.europa.eu/eurostat/tgm/table.do?tab=table&init=1&plugin=1&pcode=cei_pc031&language=en
4. Irfan M., Li A., Zhang L., Wang M., Chen C., Khushk S., *Production of hydrogen enriched syngas from municipal solid waste gasification with waste marble powder as a catalyst*, International Journal of Hydrogen Energy, **XLIV**, 8051-8061, (2019)
5. Li H.Y., Gao P.P., Ni H.G., *Emission characteristics of parent and halogenated PAHs în simulated municipal solid waste incineration*, Science of The Total Environment, **DCLXV**, 11-17, (2019)
6. Parlamentul European și Consiliul European, *Directiva 2002/91/CE privind performanța energetică a clădirilor*, (2002)
7. Parlamentul României, *Legea nr. 101 privind remediile și căile de atac în materie de atribuire a contractelor de achiziție publică, a contractelor sectoriale și a contractelor de concesiune de lucrări și concesiune de servicii, precum și pentru organizarea și funcționarea Consiliului Național de Soluționare a Contestațiilor*, (2016)
8. Parlamentul României, *Legea nr. 211 privind regimul deșeurilor*, (2011)
9. Parlamentul României, *Legea nr. 372 privind performanța energetică a clădirilor*, (2005)
10. Programul Operațional Capacitate Administrativă (POCA), *Planul Național de Gestionare a Deșeurilor*, **V**, (2017)
11. Rizwan M., Saif Y., Almansoori A., Elkamel A., *Environmental Performance of Municipal Solid Waste Processing Pathways*, Energy Procedia, **CLVIII**, 3363-3368, (2019)
12. Singh A., *Managing the uncertainty problems of municipal solid waste disposal*, Journal of Environmental Management, **CCXL**, 259-265, (2019)

Evoluția instalațiilor de sprinklere

Mihai Ciprian Mitrea,

doctorand, Facultatea de Construcții și Instalații Iași, mihai.mitrea@tuiasi.ro

Rezumat

Instalațiile de sprinklere nu au cunoscut modernizări semnificative în cei 129 de ani de existență, motiv pentru care, prezentul articol prezintă rezultatele analizei stadiului actual al cercetării în acest domeniu. În prima parte a articolului sunt prezentate standardele existente la nivel internațional precum și normativele din țara noastră care reglementează proiectarea acestor instalații, cu mențiunea că există un singur standard care să vizeze proiectarea acestor instalații la clădirile de locuit, standardul britanic BS 9251:2005. Cea mai mare evoluție în domeniul proiectării și execuției instalațiilor de sprinklere este dată de proiectarea asistată de calculator. Produsele software abordează proiectarea instalațiilor de sprinklere, accentul fiind pus pe modul în care sunt făcute calculele de dimensionare a instalațiilor, reprezentarea grafică a acestora fiind mai puțin abordată. În continuare, articolul prezintă două propuneri de modernizare a instalațiilor de sprinklere. Prima dintre ele a fost dezvoltată de Gefest Enterprise Group și vizează activarea electrică a sprinklerelor iar cea de a doua a fost propusă de FM Global Research care a proiectat de asemenea un sistem intitulat SMART (Simultaneous Monitoring, Assessment and Response Technology) care este compus din doi senzori, un releu, un sistem de emisie recepție, conductori electrici, o valvă solenoid și un sprinkler deschis. Stadiul actual al cercetării în acest domeniu scoate în evidență lipsa de preocupare pentru modernizarea instalațiilor de sprinklere pentru utilizarea lor în clădirile de locuit.

Cuvinte cheie: instalație de sprinklere, sprinklere SMART, proiectare sprinklere

1. INTRODUCERE

În ultimul deceniu constatăm o creștere a preocupării cetățenilor pentru ideea de securitate la incendiu, noțiune care a ajuns în prim plan după tragedia de la Clubul Colectiv din București. Ulterior acestui eveniment s-a propagat ideea că asigurarea unui nivel minim de securitate la incendiu este o necesitate, fiind vizate în principal spațiile de alimentație publică și unitățile de învățământ. Dacă aceste două categorii de obiective scot în evidență preocuparea publicului larg pentru securitatea vieții, în mediul industrial constatăm o preocupare pentru protejarea bunurilor.

Pentru atingerea unui nivel ridicat de securitate la incendiu a unei construcții este necesar a fi avut în vedere acest aspect în etapa de proiectare și ulterior, se impune adoptarea unor măsuri organizatorice care să genereze o exploatare în siguranță a construcției. În etapa de proiectare sunt vizate măsuri de ordin constructiv, precum realizarea unor compartimente de incendiu prin pereți rezistenți la foc și uși rezistente la foc, precum și echipări ale construcției cu instalații de detectare și ulterior de stingere a incendiilor. Instalațiile de stingere diferă prin agentul de stingere pe care îl utilizează: gaze, aerosoli, spumă, pulbere sau abur, cele mai frecvente fiind instalațiile de stingere cu apă. Dintre instalațiile de stingere cu apă, singurele care asigură o acționare automată în cazul apariției unui incendiu sunt instalațiile de stingere cu sprinklere.

Biroul de Brevete al Statelor Unite emitea la 8 iulie 1890 brevetul de invenție numărul 493.971 prin care recunoștea domnului Frederick Grinnell meritul de a fi inventat sprinklerul cu bulb de sticlă, în esență același cu cel utilizat și în prezent. Lipsa dezvoltării de inovații ulterioare pentru acest dispozitiv este dată de specificul industriei de apărare împotriva incendiilor, care este una conservatoare, caracteristică justificată de consecințele grave ale unui eventual eșec. O serie de studii existente vin să confirme această atitudine conservatoare, în sensul că, eficiența instalațiilor de stingere cu sprinklere se plasează în intervalul 70,1% - 99,5% care corespunde unor rate de eșec cuprinse între 60 de eșecuri în 200 de incendii până la 1 eșec în 200 de incendii [1].

Prezentul articol își propune să prezinte reglementările actuale referitoare la instalațiile de sprinklere, modul în care a evoluat proiectarea asistată de calculator a acestor instalații și, nu în ultimul rând, inovațiile aduse acestor instalații în ultimii ani.

2. METODOLOGIA CERCETĂRII

2.1. Reglementări privind instalațiile de sprinklere

2.1.1. Reglementări în plan internațional

La nivelul Uniunii Europene este utilizat standardul **EN 12845** *Fixed firefighting systems - Automatic sprinkler systems - Design, installation and maintenance*. Acest standard stabilește cerințele și recomandările pentru proiectarea, instalarea și întreținerea sistemelor fixe de stingere tip sprinkler în clădiri și instalații industriale și stabilește cerințele specifice pentru aceste sisteme, care sunt o parte integrantă din sistemele de protecție a vieții. Cerințele și recomandările acestui standard se aplică, de asemenea, oricăror adăugări, extinderi, reparări sau orice altă modificare

a sistemului de stingere de tip sprinkler. Ele nu se aplică pulverizatoarelor și sistemelor cu inundare.

National Fire Protection Association, organizația non-profit înființată în anul 1896, are ca unic obiectiv limitarea numărului de persoane decedate și rănite precum și limitarea pierderilor economice generate din cauza incendiilor. În acest sens a fost dezvoltat și standardul *NFPA 13, Standard for the Installation of Sprinkler Systems*, standard ce este utilizat în Statele Unite ale Americii. Ediția din 2019 a acestui standard cunoaște o reorganizare structurală, urmare a celor peste 60 de revizii și peste 120 de ani de experiență, care vine în sprijinul eficientizării activității proiectanților și executanților instalațiilor de stingere cu sprinklere.

BS 9251:2005 este standardul britanic care reglementează proiectarea, instalarea, componentele, alimentarea cu apă, întreținerea și testarea instalațiilor de sprinklere la locuințe individuale. Pentru instalațiile de sprinklere destinate zonei industriale în Marea Britanie a fost adoptat standardul internațional BS EN 12845.

Dincolo de zona de reglementare tehnică, identificăm și o preocupare a sistemului de asigurări în ceea ce privește corectitudinea proiectării acestor instalații, ca și garant al unei bune funcționări în cazul manifestării unui incendiu. În acest sens a fost identificată reglementarea emisă de Comisia Europeană a Asigurărilor, *Sprinkler Systems: Planning and Installation (CEA 4001: 2006)*.

2.1.1. Reglementări în plan național

În România, organismul național de standardizare ASRO a aprobat standardul european, ultima actualizare a acestuia fiind din anul 2016, sub indicativul *SR EN 12845:2015/AC:2016, Instalații fixe de luptă împotriva incendiului. Sisteme automate de stingere tip sprinkler. Dimensionare, instalare și întreținere*, versiune în limba engleză.

În anul 2013 Ministerul Dezvoltării Regionale și Administrației Publice a emis *Normativul privind securitatea la incendiu a construcțiilor, Partea a II-a Instalații de stingere, indicativ P118/2 – 2013*. Prevederile acestui normativ reprezintă condițiile minime care se aplică la proiectarea, executarea și exploatarea instalațiilor noi de stingere a incendiilor în construcții și instalații, indiferent de specific, forma de proprietate și destinația acestora, precum și la extinderea, schimbarea de destinație, modernizarea sau refacerea celor existente. Normativul este complementar standardului de referință și stabilește categoriile de construcții la care este necesară echiparea cu instalații de sprinklere.

2.2. Proiectarea asistată de calculator a instalațiilor de sprinklere

Instalațiile de sprinklere reprezintă una din instalațiile care asigură protejarea unei construcții și așa cum ele nu pot exista fără construcția în sine, la fel și soluțiile

software de proiectare sunt dezvoltate în sistem integrat. Astfel, analizând programele informatice existente în domeniul proiectării asistate de calculator constatăm că nu a fost dezvoltată o aplicație care să abordeze doar instalațiile de sprinklere.

Piața produselor software s-a adaptat cerințelor existente în domeniul proiectării instalațiilor de stingere a incendiilor, respectiv a instalațiilor de sprinklere. Deși instalațiile de sprinklere nu sunt la fel de frecvent întâlnite ca instalațiile electrice de exemplu, produsele software de proiectare a acestora au menținut ritmul de dezvoltare al instalațiilor aferente construcțiilor.

În domeniul proiectării asistate de calculator sau CAD (Computer-aided Design) sunt dezvoltate soluții generale de proiectare a construcției în sine prin prisma arhitecturii, structurii de rezistență, a instalațiilor electrice și sanitare. Cele mai cunoscute programe dezvoltate în acest sens sunt cele din suita AUTODESK, pe lângă acestea fiind cunoscute și alternativele: BrisCAD, Chief Architect sau FreeCAD.

Pe suportul acestor platforme au fost dezvoltate produse software de proiectare a instalațiilor de sprinklere, care vin să completeze ansamblul de instalații cu care este echipată o construcție. Exemple în acest sens pot fi MagiCAD Sprinkler și Stabiplan Sprinkler.

Soluțiile software de proiectare a instalațiilor de sprinklere includ ca variante de calcul standardele EN 12845 și NFPA 13 și doar o parte dintre ele abordează standardul BS 9251:2005, aplicabil instalațiilor de sprinklere din locuințe.

Remarcăm importanța societăților de asigurare concretizată în includerea în toate programele de proiectare a instalațiilor de sprinklere a unui modul de calculare a instalației conform CEA 4001:2006, reglementarea emisă de Comisia Europeană a Asigurărilor în domeniul proiectării instalațiilor de sprinklere.

3. REZULTATE CANTITATIVE, CALITATIVE ȘI INTERPRETĂRI

În cazul apariției unui incendiu, sprinklere funcționează ca detectori de căldură furnizând un singur tip de date în răspunsul lor la încălzire: timpul de activare, care reprezintă momentul în care au fost încălzite la temperatura lor de activare și bulbul de sticlă se sparge. Răspunsul termic al sprinklerelor este în mod obișnuit evaluat prin plasarea lor într-un flux de aer cu temperatura și viteza cunoscute, dar pot exista și alți factori care influențează răspunsul lor în cazul manifestării unui incendiu, cum ar fi radiația directă din incendiu [2] sau interacțiunea cu apa de la alte sprinklere activate [3]. Deși producătorii furnizează o valoare nominală pentru temperatura de activare, s-a arătat că există o incertitudine în ceea ce privește

temperatura reală de activare a sprinklerelor cu bulb de sticlă, un exemplu concret în acest sens fiind dat de situația când sunt încălzite încet într-o baie de lichid agitată [4]. Pentru a observa reacția la temperatură a unui sprinkler în perioada de timp până la activare, a fost creată o rețea de sprinklere al căror bulb de sticlă a fost modificat, în sensul introducerii unui termocuplu. Monitorizarea răspunsului sprinklerelor a fost făcută prin parcurgerea a două experimente. Primul a presupus plasarea acestora în tunelul de vânt [5] iar cel de al doilea într-un compartiment de incendiu așa cum este el descris în ISO 9705. Ulterior, rezultatele celor două experimente au fost comparate cu modelul de răspuns al detectorului termic conceput de către Heskestad și Bill [6] și timpii de activare pentru sprinklerelor nemodificate.

Timpul de activare a sprinklerelor depinde de dimensiunea și locația incendiului, de obstacolele aflate între incendiu și capul sprinkler și, nu în ultimul rând, de circulația verticală a aerului din respectiva incintă. Timpul de activare al sprinklerelor clasice crește proporțional cu înălțimea de amplasare a acestora și constituie un dezavantaj atunci când zonele protejate au tavane foarte înalte. Pentru a depăși această limitare a sprinklerelor tradiționale, Gefest Enterprise Group a conceput și dezvoltat un sistem de activare electric a sprinklerelor în colaborare cu Institutul de Cercetare pentru Prevenirea Incendiilor din Rusia, cu suportul Universității Politehnice de stat din Sankt Petersburg [7,8].

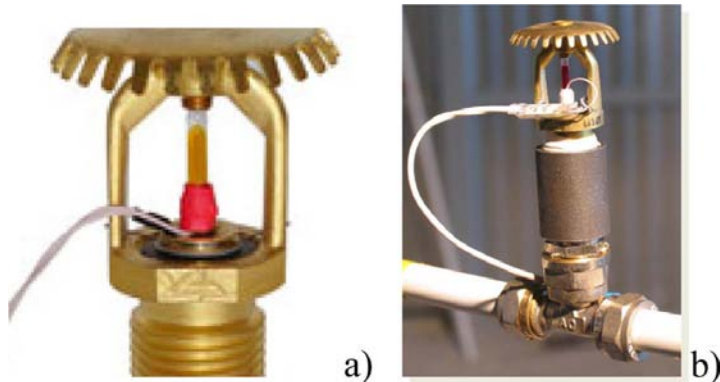


Fig. 1. Sprinkler controlat electric:

a) element de încălzire pe bulbul de sticlă; b) sprinkler instalat

Acest sistem este conectat la o instalație de semnalizare a incendiilor, care poate utiliza diferite modalități de detectare a incendiilor, inclusiv senzori optici, de temperatură sau de fum, aspect ce permite o identificare foarte rapidă a apariției incendiului. După identificarea locației incendiului sistemul acționează elementul de încălzire a sprinklerului de deasupra focarului până când este atinsă temperatura

de declanșare. O altă îmbunătățire adusă instalației clasice de stingere cu sprinklere este dată de posibilitatea de acționare simultană, încă din faza inițială, a mai multor capete sprinkler, aspect ce conduce la o îmbunătățire a eficienței de stingere.

Acționarea electrică a sprinklerelor se poate realiza: (1) automat, prin semnalul electric trimis de instalația de detectare; (2) automat prin semnalul electric trimis de sprinklerele activate sau de senzorul de scurgere al apei; (3) manual printr-un semnal electric transmis de un operator.

Sistemul astfel dezvoltat este conceput pentru a asigura protejarea spațiilor cu destinația de comerț, producție sau depozitare cu înălțimi ale tavanului de până la 20 de metri.

FM Global Research a proiectat de asemenea un sistem intitulat SMART (Simultaneous Monitoring, Assessment and Response Technology) destinat stingerii incendiilor din spațiile de depozitare cu înălțimi mai mari de 12 metri [9,10]. Un sprinkler SMART este compus din doi senzori, un releu, un sistem de emisie recepție, conductori electrici, o valvă solenoid și un sprinkler deschis. În cazul apariției unui incendiu, cei doi senzori de la fiecare sprinkler SMART comunică unei unități centrale evenimentul care ulterior pornește pompa de incendiu, pentru a asigura necesarul de apă și presiune pentru stingerea incendiului, precum și valva solenoid care permite refularea apei prin sprinklerul aflat în zona focarului.

Noul sistem de protecție include mai multe funcții cheie cum ar fi: detecția multi-senzori, calculul locației în caz de incendiu în timp real, activarea dinamică a sprinklerelor și comunicarea wireless care permite coordonarea componentelor sistemului. Au fost efectuate o serie de teste de detectare a incendiilor, de activare a sprinklerelor precum și teste de stingere a incendiilor pentru a evalua aceste funcții ale sistemului. Rezultatele arată că o combinație de senzori de fum și temperatură poate detecta incendii într-o fază foarte timpurie, oferind date suficiente pentru localizarea focarului.

Pentru a demonstra eficiența sprinklerelor SMART a fost efectuat un studiu detaliat, urmat apoi de teste reale de stingere a unor incendii izbucnite la depozite cu rafturi. Testele au fost efectuate la rafturi cu înălțimi de maxim 12 metri, sistemul reușind să declanșeze un grup de șase sprinklere, în urma semnalului transmis de un detector de fum. Garanția declanșării sigure a unui grup de sprinklere a permis ca intensitatea de stingere să fie la 50% din nivelul utilizat în cazul sprinklerelor clasice.

Aceste rezultate pun bazele pentru explorarea potențialelor aplicații ale utilizării sprinklerelor SMART. Sistemul astfel testat va necesita modificări funcție de spațiul pe care trebuie să-l protejeze. Spre exemplu, detecția video a incendiilor sau senzorii optici pot înlocui senzorii de căldură și de fum, dacă există unghiuri care să permită acest lucru; spuma poate înlocui apa, ca agent de stingere; și senzorii pot fi amplasați pe rafturi, pentru a fi cât mai aproape de un potențial focar de incendiu

în timp de sprinklerele pot fi amplasate pe tavan. Aceste modificări, dacă sunt alese cu atenție, pot conduce protecția dată de sprinklere către următorul nivel.

Instalația de stingere cu sprinklere SMART se deosebește de cea clasică doar în zona de refulare a apei, până în acel punct cele două instalații fiind identice (grup de pompare și ramificațiile conductelor care alimentează sprinklerele). În ceea ce privește defectele ce pot să apară în instalația clasică și în cea SMART, comparând doar elementele care le diferențiază, respectiv capetele de refulare, trebuie să spunem că din nou iese în avantaj instalația lui Frederick Grinell prin faptul că singurul defect ce poate să apară este legat de bulbul de sticlă al sprinklerului. Defectele ce pot să apară la sprinklerul SMART sunt legate de toate părțile sale componente: senzori, releu, sistemul de emisie recepție și valva solenoid.

4. CONCLUZII ȘI DEZVOLTĂRI ULTERIOARE

Instalația gândită de Frederick Grinell în anul 1890 a rezistat în timp, fără modernizări majore, prin însăși simplitatea sa, prin faptul că mentenanța sa nu este costisitoare.

Constatăm că există soluții complete de proiectare asistată de calculator a instalațiilor de sprinklere care oferă ca produs final atât piese desenate cât și scrise. Cel mai semnificativ aspect în acest domeniu al proiectării este dat de posibilitatea produselor software de a calcula dimensionarea acestor instalații și, mai mult, de a verifica aceste calcule prin prisma unor diferite standarde. Intervenția factorului uman în activitatea de proiectare asistată de calculator a acestor instalații este în continuare una majoră, în sensul că alegerea tipului de cap sprinkler și a zonelor cu risc mare de incendiu aparține în exclusivitate proiectantului.

Intenția de a crește eficiența instalațiilor de sprinklere prin modernizarea lor se confruntă și cu o creștere a numărului de posibile defecte ce pot să apară, aspect ce vine să susțină conservatorismul industriei de profil în ceea ce privește adoptarea de soluții noi în cazul acestor instalații.

Din studierea stadiului actual al cunoașterii nu au fost identificate preocupări pentru modernizarea instalațiilor de sprinklere din zona rezidențială. Până în acest moment, în domeniul construcțiilor de locuințe, există demersul NFPA de a echipa construcțiile noi de locuințe cu instalații de sprinklere începând din anul 2020 precum și standardul britanic pentru proiectarea acestor instalații la această categorie de construcții.

Dezvoltarea în ultima perioadă a conceptelor *Internet of Things (IOT)* și *smart home*, coroborate cu inițiativele de modernizare a sprinklerelor descrise în prezentul articol, deschid calea către studierea modalităților de implementare a unor instalații de sprinklere moderne la construcțiile de locuințe. Avem în vedere,

pe de o parte, adoptarea unor măsuri în planul reglementării la nivel național a acestui tip de instalații și, pe de altă parte, dezvoltarea acestor instalații, raportat la destinația spațiilor ce trebuie protejate.

Bibliografie

1. Frank K., Gravestock N., Spearpoint M., Fleischmann C. (2013), A review of sprinkler system effectiveness studies, On line: <https://doi.org/10.1186/2193-0414-2-6>
2. Sako S., Hasemi Y., (1989), Response time of automatic sprinklers below a confined ceiling, Fire Saf. Sci., Tokyo, Jpn. 13–17 613–622. On line: <http://dx.doi.org/10.3801/IAFSS.FSS.2-613>
3. Croce P.A., Hill J.P., Xin Y., (2005), An investigation of the causative mechanism of sprinkler skipping, J. Fire Prot. Eng. 15 (2) 107–136. On line: <http://dx.doi.org/10.1177/1042391505048569>
4. Khan M.M., (2006), *Determination of activation temperature of glass bulb sprinklers using a thermal bath*, Fire Mater. 30 (4) 271–283. On line: <http://dx.doi.org/10.1002/fam.909>
5. FM Approvals, (2006), *Approval Standard for Automatic Control Mode Sprinklers for Fire Protection: Class Number 2000*, FM Global, Norwood, MA, USA.
6. Heskestad G., Bill Jr. R.G., (1988), *Quantification of thermal responsiveness of automatic sprinklers including conduction effects*, Fire Saf. J. 14 (1–2) 113–125. On line: [http://dx.doi.org/10.1016/0379-7112\(88\)90049-5](http://dx.doi.org/10.1016/0379-7112(88)90049-5).
7. Kopylov S., Tanklevskiy L., Vasiliev M., Zima V., Snegurev A., (2012), *Advantages of Electronically Controlled Sprinklers for Fire Protection of Tunnels*, in Proceedings of the Fifth International Symposium on Tunnel Safety and Security, New York, USA, pp. 87-92.
8. Tanklevskiy L.T., Vasiliev M., Meshman L.M., Snegirev A., Tsoi A.S., (2013), *A Novel Methodology of Electrically Controlled Sprinkler Activation*, in Proceedings of the Thirteenth International Interflam Conference, London, England, pp. 1263-1268.
9. Xin Y., Burchesky K., de Vries J., Magistrale H., Zhou X., D'Aniello S., (2016), *SMART Sprinkler Protection for Highly Challenging Fires – Phase 1: System Design and Function Evaluation*, FM Global, Norwood, Research Technical Report #0003048211.
10. Xin Y., Burchesky K., de Vries J., Magistrale H., Zhou X., D'Aniello S., (2016), *SMART Sprinkler Protection for Highly Challenging Fires – Phase 2: Full-scale Fire Tests in Rack Storage*, FM Global, Norwood, Research Technical Report #0003051689.

Procesul de modificare al biturilor

Dana Ramona Nanea,

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

REZUMAT

Modificarea bitumului, în scopul de a-i extinde intervalul de temperatură (cuprinsă între punctul de înmuiere și punctul de fisurare), în care liantul va înregistra proprietăți vâscoelastice.

Ca procese de modificare se pot utiliza fie procese simple de amestecare fie un ansamblu de procese simple sau complexe, ce pot fi realizate atât simultan cât și după o primă etapă, care constă în dispersarea polimerului în liantul de bază.

Procesul de modificare a proprietăților biturilor se realizează fie în rafinării, fie prin adăugarea lor direct în mixturile asfaltice; se pot utiliza diferiți modificatori, cum sunt PE; PP; PS; EVA; SBS.

Cuvinte cheie: bitum; modificador.

1. INTRODUCERE

Procesul de modificare al biturilor este unul foarte actual, el se realizează în scopul:

- creșterii proprietăților elastice ale acestuia;
- îmbunătățirii rezistenței la deformări permanente a mixturilor în care se utilizează ca liant;
- îmbunătățirii rezistenței la fisurare termică și la fisurarea din oboseală;
- îmbunătățirii rezistenței la uzură și a rezistenței la îmbătrânire a biturilor;
- îmbunătățirii durabilității îmbrăcăminții asfaltice.

Biturile modificate cu polimeri sunt bituri obținute prin diferite procedee, în scopul combaterii celor mai frecvente probleme rutiere, cum sunt deformările pe drumuri cu trafic greu, fisuri la temperaturi scăzute în timpul iernii și în scopul îmbunătățirii rezistenței la uzură a îmbrăcăminții rutiere.

Procesele de preparare a biturilor modificate cu polimeri pot fi bazate pe reacții :

- de dizolvare (sau disoluție) parțială sau totală a polimerului;
- de umflare a polimerului, care absoarbe o fracțiune a liantului de bază ;
- chimice a polimerului cu liantul de bază, în general în prezența unui catalizator (procesul de grefare) ;
- chimice a unor adaosuri ce creează o rețea tridimensională ireversibilă ce include și liantul de bază (procesul de reticulare a rășinilor epoxidice).

2. METODOLOGIA CERCETĂRII

2.1. Cerințe de calitate pentru bitumuri modificate, conform SR EN 14023 :201

Polimerii sunt substanțe chimice care pot avea structuri diferite în funcție de modul de dispunere a macromoleculelor componente, în alcătuirea cărora intră substanțe macromoleculare, organice sau anorganice.

Polimerii sunt solubili în anumiți solvenți sau soluții concentrate.

Dispunerea macromoleculelor în structura substanței determină anumite deformări sub acțiunea forțelor ; substanțele elastice revin la forma inițială atunci când încetează acțiunea forțelor. Aceste substanțe se numesc substanțe elastice (elastomeri) și de asemeni conferă proprietatea de elasticitate asupra biturilor în care se adaugă.

Plastomerii sunt acele substanțe care, adăugate în bitum, îi îmbunătățesc proprietățile reologice (creșterea punctului de înmuiere, rigiditatea la temperaturi ridicate) a biturilor.

În conformitate cu prevederile standardului SR EN 14023 :2010 (Bitum și lianți bituminoși. Cadru pentru specificațiile biturilor modificate cu polimeri), clasele de bitum modificat cu polimeri aplicabile la lucrări de drumuri în România, sunt cele cu penetrația cuprinsă între următoarele domenii:

10-40 1/10 mm
25-55 1/10 mm
45-80 1/10mm
40-100 1/10mm
65-105 1/10 mm
75-130 1/10 mm
90-150 1/10 mm
120-200 1/10 mm
200-300 1/10 mm.

Caracteristicile esențiale ale acestor tipuri de bitum sunt :

- consistența la temperatura de lucru intermediară ;
- consistența la temperatura de lucru ridicată ;
- coeziunea (caracteristică specifică biturilor modificate, față de biturile obișnuite, neparafinoase) ;
- durabilitatea ;
- fragilitatea la temperatura de lucru scăzută ;
- revenirea elastică.

Un studiu efectuat de către ORLEN Asphalt România, în cadrul departamentului de cercetare, a concluzionat că temperaturile de înmuiere ale diferitelor clase de bitum modificat față de bitumul obișnuit, sunt mai ridicate comparativ cu limita punctului de înmuiere a bitumului neparafinos .

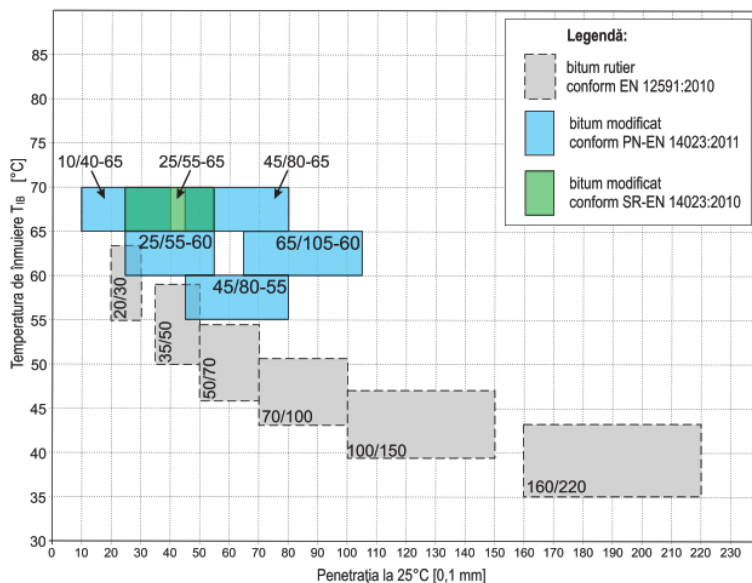


Fig.1. Comparație grafică a biturilor rutiere și a biturilor modificate descrise în « Ghidul biturilor », referitor la penetrația la 25° C și la temperatura de înmuiere T_{IB} .

2.2. Tipuri de modificatori

Ca adaosuri utilizate la modificarea biturilor rutiere, se folosesc :

- etilen-vinil-acetat (EVA) ;
- stiren-butadien-stiren (SBS) ;
- cauciuc ;
- gudroane –polimer ;
- poliolefine ;
- smoale epoxidice ;
- sulf.

2.2.1. Bitumul modificat cu polimer de tip EVA

Un bitum modificat cu întrebuințări foarte vaste în România, îl constituie bitumul modificat cu copolimeri de tip EVA ; copolimerii EVA sunt materiale termoplastice obținute prin copolimerizarea etilenei cu un monomer de acetat de vinil.

Bitumul se obține prin dispersarea copolimerului în bitumul încălzit indirect, la temperaturi controlate. Copolimerii de etilenă se dispersează foarte ușor în bitum, dacă se respectă intervalul de temperatură la preparare.

Prin polymerizarea liantului cu EVA se obțin proprietăți specifice ale bitumului, cum sunt :

- creșterea coeziunii pe un domeniu mai mare de temperaturi (maxim și minim), cu specificație în intervalul de temperaturi de lucru al bitumului, la punerea acestuia în opera în mixturile asfaltice.
- crește consistența bitumului precum și modulul de elasticitate al acestuia la temperaturi ridicate ; acest lucru are ca efect îmbunătățirea rezistenței la deformării permanente ;
- bitumul devine mai elastic la temperaturi negative ;
- prin adăugarea acesti tip de polimer, susceptibilitatea termică se moderează, ceea ce conduce la un câmp de plasticitate mai mare ;
- durabilitatea bitumului se mărește, ceea ce asigură și mărirea rezistenței la oboseală a bitumului.

Bitumurile modificate cu polimeri de tip EVA se utilizează la diferite lucrări de construcții de drumuri, sub formă de lianți pentru tratamente de suprafață; straturi foarte subțiri; mixturi asfaltice pentru îmbrăcămînți bituminoase; covoare bituminoase subțiri straturi bituminoase de ranforsare; straturi bituminoase obținute din mixturi asfaltice preparate la rece; la mixturi asfaltice utilizate ca îmbrăcămînți la straturi deformabile, inclusiv la căi de rulare la poduri cu dala ortotropă; la realizarea hidroizolațiilor precum și la straturi de amorsare.

2.2.2. Bitumurile modificate cu SBS

Modificatorii de tip SBS sunt polimeri constituiți din trei secvențe succesive stiren - butadien – stiren. SBS sunt polimeri de tip « elastomer termoplastic », a căror comportare depinde de temperatura sub sau în apropierea temperaturii de 100 grade C acești polimeri se comporta ca niste corpuri elastice, putând suporta deformări mari fără ca aceștia să fisureze.

Prepararea și amestecul biturilor cu polimeri de tip SBS se face la intervale de temperatură specifice, de obicei în instalații fixe, după care se stochează sau se pun în opera.

Un procedeu particular al obținerii acestui tip de bitum modificat este cel de amestecare mecanică a bitumului cu polimerul, în prezența unui agent de reticulare (foarte frecvent utilizat fiind sulful).

Prin modificarea cu elastomeri de tip SBS se obțin bitumuri elastomerice, ce au diferite aplicații, printre care :

- susceptibilitate termică foarte redusă în domeniul temperaturilor de lucru;
- consistența îmbunătățită la temperaturi ridicate ce permite utilizarea lor în condițiile de utilizare curentă a biturilor rutiere;
- coeziunea mărită într-o gamă de temperaturi foarte largă;
- modul de elasticitate ridicat la temperaturi ridicate de utilizare;
- mod de comportare mai elastic, reprezentat printr-o mărire a alungirii înainte de rupere, mai ales la temperaturi coborâte, precum și o revenire elastică importantă după solicitare;
- îmbunătățirea comportării la oboseală.

Modificarea biturilor cu elastomer SBS în procesul de fabricație conduce la obținerea unor beneficii semnificative a proprietăților acestuia, atât la temperaturi ridicate, cât și la temperaturi joase. Aceste tipuri de bitumuri se folosesc la prepararea mixturilor asfaltice destinate suprafețelor ce suportă trafic greu, în locații cu trafic specific, cum sunt suprafețele podurilor, pentru mixturi asfaltice drenante.

2.2.3. Bitumul modificat cu adaos de cauciuc

Pe piața românească se utilizează frecvent bitumul modificat cu pudră de cauciuc. Amestecul bitum-cauciuc se realizează în instalații specifice, după următoarea schema tehnologică :

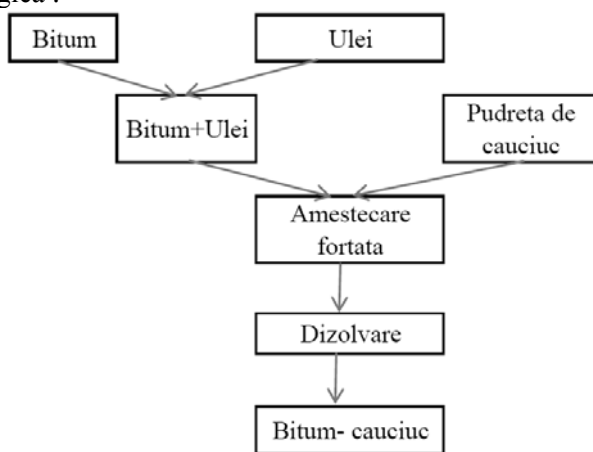


Fig.2. Schema tehnologică de obținere a bitumului-cauciuc.

Cauciucul utilizat este unul regenerat, sub formă de firimituri astringente. În procesul tehnologic, particulele de cauciuc sunt combinate între ele precum și cu componentele moleculare ale bitumului, rezultând o structură polimerică tridimensională, legată chimic. Această structură are o stabilitate dispersată în sistem eterogen și are aderență mare pe termen lung.

Foarte frecvent pe piața românească se folosesc adaosuri de cauciuc sub formă de pulberi, granule sau lichid, rezultând astfel bitumul modificat cu proprietăți elastice. Un caz particular de bitum modificat cu cauciuc este cel modificat cu latex. Latexul de cauciuc reprezintă o suspensie de particule de polimer în apă.

Latexul se folosește atât la prepararea emulsiilor modificate cu bitum modificat, fie în procesul de preparare a emulsiei în moara coloidală, fie prin amestecarea ulterioară cu emulsie de bitum.

În vederea evitării ruperii emulsiei de bitum prematur (separarea fazelor), este necesar un tratament special la procesul de preparare.

În general, latexul este utilizat la prepararea emulsiilor modificate (pe bază de bitum modificat), cu diferite utilizări, ca :

- amorsarea suprafețelor;
- realizarea tratamentelor de suprafață;
- prepararea șlamurilor bituminoase.

Modificarea cu latex îi conferă bitumului o susceptibilitate termică redusă, o coeziune ridicată într-un domeniu larg de temperaturi, precum și o alungire la rupere mărită la temperaturi coborâte, comportare bună la îmbătrânire.

2.2.3. Bitum – gudron – polimeri

Acești modificatori sunt de tipul EVA. Bitumurile modificate cu gudroane – polimeri se obțin prin amestecarea bitumului neparafinos topit cu gudron de cărbune și EVA în instalații fixe.

Gudronul este un lichid de culoare brună sau neagră, vâscos, obținut în industria petrolieră, constituit dintr-un amestec de hidrocarburi și carbon. Bitumul, fiind de asemeni un liant hidrocarbonat, procesul de amestecare a celor două substanțe este unul ușor de realizat, datorită proprietăților similare ale acestora. Bitumul este de asemeni solubil în sulfură de carbon.

Amestecurile obținute bitum-gudron necesită o temperatură scăzută de încălzire față de bitumul neparafinos, acesta având o consistență mai puțin vâscoasă la temperaturi scăzute.

Cu toate acestea, bitumurile-gudron au o tendință de îmbătrânire mai mărită față de bitumul neparafinos sau față de alte bitumuri modificate.

În general se utilizează la lucrări de tratamente de suprafața pe drumuri cu trafic intens, datorită proprietăților specifice ale acestuia : consistență mărită, susceptibilitate termică scăzută, îmbunătățirea coeziunii.

2.2.4. Bitum- sulf

Sulful este unul dintre componenții bitumului, acesta fiind alcătuit dintr-o masă de hidrocarburi macromoleculare parafenice, naftenice, aromatice și combinațiile acestora dar care au în conținutul lor și molecule de heteroatomi, cum sunt : sulf, azot, oxigen și metal.

În ceea ce privește componența chimică a bitumului, acesta conține carbon în proporții de 80-85 %, hidrogen 9-10 % și heteroatomi în diferite cantități. Cantitatea de oxigen este variabilă în funcție de origine și tehnologia de obținere a liantului, putând varia între 2-8 %, iar cantitatea de sulf poate varia de asemeni, în funcție de origine, de la câteva zecimi de procente , până la 7 %.

Pentru obținerea bitumului modificat bitum-sulf, cantitatea de sulf este marită față de bitumul neparafinos, putând ajunge până la 30 %.

Sulful adăugat în bitum îi conferă acestuia proprietăți specifice , cum sunt:

- la temperaturi ridicate: vâscozitatea redusă a sulfului conferă amestecului o vâscozitate mult mai redusă decât a bitumului de bază ;
- la temperaturi coborâte: precipitarea sulfului dizolvat conduce la un amestec plastic iar cristalizarea sulfului conferă liantului o rigiditate sporită.

2.3.PRINCIPALELE CARACTERISTICI CE DEFINESC PARAMETRII DE BAZĂ AI BITUMULUI MODIFICAT CU POLIMERI

Caracteristicile bitumului și metode de încercare asociate acestora.

1.3.1. Caracteristicile privind sănătatea, securitatea și mediul.

Tabel. 1. Cadru pentru specificațiile referitoare la bitumurile modificate cu polimeri – caracteristici asociate tuturor bitumurilor modificate cu polimeri ²⁾

Caracteristica		Metoda de încercare	UM	Clase de bitumuri modificate cu polimeri									
				2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Penetrația la 25 °C		EN 1426	0,1 mm	10 - 40	25 - 55	45 - 80	40 - 100	65 - 105	75 - 130	90 - 150	120 - 200	200 - 300	
Punct de înmuiere		EN 1427	°C	≥ 80	≥ 75	≥ 70	≥ 65	≥ 60	≥ 55	≥ 50	≥ 45	≥ 40	
Coeziune	Forța de ductilitate (tracțiune 50mm/min)	EN 13589 urmat de EN 13703	J/cm ²	≥3 la 5°C	≥2 la 5°C	≥1 la 5°C	≥2 la 0°C	≥2 la 10°C	≥3 la 10°C	≥0,5 la 15°C	≥2 la 15°C	≥0,5 la 20°C	≥0,5 la 20°C
	Încercarea la tracțiune (tracțiune 100 mm/min)	EN 13589 7 urmat de EN 13703	J/cm ²	≥3 la 5°C	≥2 la 5°C	≥1 la 5°C	≥3 la 0°C						
	Metoda pendulului (încercarea la șoc)	EN 13588	J/cm ²	≥ 0,7									
Rezistența la întărire	Penetrația reziduală	EN 12607-1	%	≥ 35	≥ 40	≥ 45	≥ 50	≥ 55	≥ 60				
	Creșterea punctului de înmuiere		°C	≤ 8	≤ 10	≤ 12							
	Variație de masă	EN 12607-1	%	≤ 0,3	≤ 0,5	≤ 0,8	≤ 1,0						
Punct de inflamabilitate		EN ISO 2592	°C	≥2 50	≥2 35	≥2 20							

1.3.2. Caracteristicile privind condiții naționale specifice

Tabel. 2. Cadru pentru specificațiile referitoare la bitumurile modificate cu polimeri – caracteristici asociate cerințelor reglementate sau altor cerințe naționale ²⁾

Caracteristica	Metoda de încercare	UM	Clase asociate cerințelor naționale										
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Punct de rupere Fraass	EN 12593	°C	NR ³⁾	TB R ⁴⁾	≤ 0	≤ -	≤ -	≤ -	≤ -	≤ -	≤ -	≤ -	≤ -
						5	7	10	12	15	18	20	22
Revenire elastică	25 °C sau °C	%	NR ³⁾	TB R ⁴⁾	≥ 80	≥ 70	≥ 60	≥ 50					
	10 °C	%	NR ³⁾	TB R ⁴⁾	≥ 75	≥ 50							

1.3.3. Caracteristicile suplimentare, nemandatate sau considerate a fi utile în anumite țări, în funcție de clima și teritoriul țării respective

Tabel. 3. Cadru pentru specificațiile referitoare la bitumurile modificate cu polimeri – alte caracteristici ²⁾

Caracteristica	Metoda de încercare	UM	Clase asociate caracteristicilor suplimentare ale bitumurilor modificate cu polimeri							
			0	1	2	3	4	5	6	7
Interval de plasticitate	paragraf 5.2.8.4. ²⁾	°C	NR ³⁾	TBR ⁴⁾	≥85	≥80	≥75	≥70	≥65	≥60
Diferența punct de înmuiere, după EN 12607-1	EN 1427	°C	NR ³⁾	TBR ⁴⁾	≤2	≤5				
Revenire elastică la 25 °C, după EN 12607-1	EN 13398	%	NR ³⁾	TBR ⁴⁾	≥70	≥60	≥50			
Revenire elastică la 10 °C, după EN 12607-1	EN 13398	%	NR ³⁾	TBR ⁴⁾	≥50					
Stabilitatea la depozitare 4) Variația punctului de înmuiere	EN 13399 EN 1427	°C	NR ³⁾	TBR ⁵⁾	≤5					
Stabilitatea la depozitare 4) Variația punctului de înmuiere	EN 13399 EN 1426	0,1 mm	NR ³⁾	TBR ⁵⁾	≤9	≤13	≤19	≤26		

3. REZULTATELE CANTITATIVE, CALITATIVE ȘI INTERPRETĂRI

Standardul SR EN 14023 :2010 tratează o mare varietate de materiale rutiere utilizate la diferite aplicații, capabile să satisfacă diferite condiții de trafic rutier precum și condiții climaterice.

Caracteristicile biturilor modificate cu polimeri sunt grupate în trei categorii, în conformitate cu prevederile acestui standard aplicabil în țări ale Uniunii Europene, și adoptat de CEN la 6 martie 2010.

Țările Uniunii Europene ce pun în aplicare prevederile acestui standard sunt, în conformitate cu Regulamentul Intern al CEN/ CENELEC (prin organismele naționale de standardizare) : Austria, Belgia, Bulgaria, Cipru, Danemarca, Elveția, Estonia, Finlanda, Franța, Germania, Grecia, Irlanda, Islanda, Italia, Letonia, Lituania, Luxemburg, Malta, Marea Britanie, Norvegia, Olanda, Polonia, Portugalia, Republica Cehă, România, Slovacia, Slovenia, Spania, Suedia și Ungaria.

Cele trei categorii sunt asociate cerințelor reglementate privind :

- sănătatea, securitatea și mediul;
- condiții naționale specifice;
- caracteristici suplimentare, nemandate dar considerate a fi utile în anumite țări, în funcție de clima și teritoriul țării respective.

4. CONCLUZII ȘI DEZVOLTĂRI ULTERIOARE

Este obligatoriu ca bitumul supus modificării să fie compatibil cu polimerul utilizat.

Este obligatoriu ca polimerul să fie dispersat uniform în bitum.

Este obligatorie asigurarea stabilității la stocare (evitarea separării fazelor).

4.1. Recomandări pentru bitumuri

Este necesară stabilirea din etapa de preparare a bitumului modificat, a temperaturilor maxime și minime la care va rezista bitumul fără a-și schimba proprietățile.

Aceste tipuri de bitum se pot utiliza în diferite zone ale țării, cu temperaturi medii anuale diferite.

Tipul de modifikatori precum și performanța acestora se stabilește în funcție de condițiile de climă și trafic din țara în care se utilizează.

4.2. Recomandări pentru mixturi asfaltic

Dozajul de liant în mixtură este recomandat a se stabili prin încercări de laborator, limitele recomandate în standarde putând să varieze.

Bitumul modificat adăugat în mixtură îi conferă stabilitate mărită, însă de asemeni poate avea ca efect și mărirea limitei de curgere.

Mixtura asfaltică preparată cu bitum modificat are o rezistență mai bună la oboseală și la deformații permanente.

Comportarea mixturii asfaltice este în funcție de penetrația bitumului modificat.

Este strict necesară respectarea tehnologiei atât la prepararea bitumului modificat cât și la prepararea mixturilor asfaltice, cu specificație referitor la temperaturi, procesul de amestecare, tipul de aditiv.

²⁾ - Conform SR EN 14023 :2010 Bitum și lianți bituminoși. Cadru pentru specificațiile biturilor modificate cu polimeri.

³⁾ - Fără cerință

⁴⁾ - De raportat

⁵⁾ - Condițiile de depozitare a unui bitum modificat cu polimeri trebuie să fie comunicat de furnizor.

Bibliografie

1. Dr. ing. Krzysztof Blazejowski, dr. ing. Jacek Olszacki, master ing. Hubert Peciakowski « Ghidul biturilor », 2013, ORLEN ASFALT Polonia.
2. Gugiuman Gh. - Suprastructura drumurilor. Editura tehnică, Chișinău, 1996.
3. Gugiuman Gh - Suprastructura și întreținerea drumurilor - partea I-a. I.P.Iași, Rotaprint, 1991.
4. Gugiuman Gh., Galusca I.- Dimensionarea structurilor rutiere. Elemente de calcul. Editura Societății Academice „MATEI-TEIU BOTEZ”, Iași, 2009.
5. Boicu M , Dorobanțu S., Nicoară L., Zarojanu H-Autostrazi, Editura Tehnică, 1981.
6. Dorobanțu S., s.a.- Drumuri - calcul și proiectare. Editura Tehnică, 1980.
7. Eminet R. - Construcția drumurilor. Editura militară, 1973.
8. Jercan S. - Suprastructura și întreținerea drumurilor. Editura didactică și pedagogică, București, 1980.
9. Jercan S. -Drumuri de beton.Editura CORVIN, Deva, 2002.
10. Garber J N.,Hoel A.L. - Traffic and Highway Engineering.Second Edition,Brooks/Cole Publishing Company, SUA, 1999.
11. Matasaru T,s.a. - Drumuri. Editura tehnică, București, 1966. 12.Matasaru T - Construcția drumurilor - Suprastructura. Editura didactică și pedagogic, București, 1968.
12. Nicoara L., Biltiu A. -Îmbracamini rutiere moderne. Editura tehnică, București, 1983.
13. * * *- Les enrobes bitumineux - Tome 1 + 2,USIRF - Routes de France, RGRA, Paris, 2005
14. Asphalt Institute – Antecedentes de los Metodos de Ensayo de Legantes Asfalticos de SUPERPAVE, 1998.
15. SR EN 14023 :2010 « Bitum și lianți bituminoși. Cadru pentru specificațiile biturilor modificate cu polimeri.

Evaluarea riscurilor de accidentare și îmbolnăvire profesională pe șantierul de construcții cu metoda I.N.C.D.R.M

Nantu Andreea Elena,

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

Rezumat

Evenimentele nedorite produse pe șantierul de construcții, reprezentate de accidente de muncă, căderi de la înălțime; electrocutarea; contact cu substanțe periculoase (arsuri chimice, intoxicații); implicarea într-un accident auto; incendii, explozii; manipularea unor materiale grele; lovire de materiale, obiecte aflate în cădere; surpare, îngropare (în cursul executării săpăturilor); folosirea neadecvată a instrumentelor de tăiere - toate acestea și nu numai - duc la vătămarea muncitorilor sau chiar la pierderi de vieți omenești.

Direct proporțional cu gravitatea accidentului scade productivitatea pe acel șantier, inevitabil apar și costuri financiare suplimentare.

Prezenta lucrare își propune aplicarea metodei I.N.C.D.R.M. în mod particular activităților desfășurate pe un șantier de construcții în vederea creșterii eficienței aplicării acesteia și cu scopul îmbunătățirii nivelului de securitate și sănătate în muncă.

Cuvinte cheie: securitate și sănătate în muncă (SSM), identificarea pericolelor, analiza și eliminarea pericolelor, măsuri de prevenire, factorul uman

1. INTRODUCERE

Factorul uman, pe parcursul desfășurării unei activități la locul de muncă, este condiționat de o serie de aspecte de care trebuie să se țină cont în mod permanent pentru ca acest să nu fie expus la anumite riscuri și eventuale accidente, date de mediul de lucru.

Pentru ca muncitorii să conștientizeze riscurile de la locul de muncă, aceștia trebuie să cunoască structura, modul de manifestare și consecințele posibilelor riscuri întâlnite pe șantierul de construcții.

Pentru o bună desfășurare a activităților pe șantier și evitarea incidentelor, muncitorii trebuie să fie în strânsă legătură (figura 1).

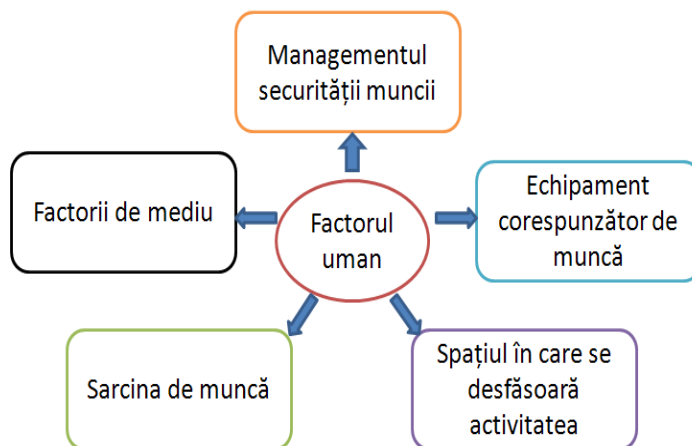


Figura1. Factorul uman în sistemul de muncă

1. DESCRIEREA METODEI

Etapele metodei

Metoda cuprinde următoarele etape obligatorii:

1. definirea sistemului de analizat (loc de muncă);
2. identificarea factorilor de risc din sistem;
3. evaluarea riscurilor de accidentare și îmbolnăvire profesională;
4. ierarhizarea riscurilor și stabilirea priorităților de prevenire;
5. propunerea măsurilor de prevenire.

Instrumente de lucru utilizate

Etapele necesare pentru evaluarea securității muncii într-un sistem, descrise anterior, se realizează utilizând următoarele instrumente de lucru:

- *Lista de identificare a factorilor de risc.* Factorii de risc sunt grupați după elementul generator al sistemului de muncă (executant, sarcină de muncă, mijloace de producție și mediu de muncă).
- *Lista de consecințe posibile ale acțiunii factorilor de risc asupra organismului uman.* Este un instrument ajutător pentru estimarea gravității consecințelor.
- *Scala de cotare a gravității și probabilității.* Scala de cotare a gravității

consecințelor se bazează pe criteriile medicale de diagnostic clinic, funcțional și de evaluare a capacității de muncă elaborate de Ministerul Sănătății și Ministerul Muncii, Familiei și Protecției Sociale.

Clasele de probabilitate adaptate standardului Uniunii Europene:

clasa 1 → frecvența evenimentului: o dată la peste 10 ani;

clasa 2 → frecvența de producere: o dată la 5 – 10 ani;

clasa 3 → o dată la 2 – 5 ani;

clasa 4 → o dată la 1 – 2 ani;

clasa 5 → o dată la 1 an – 1 lună;

clasa 6 → o dată la mai puțin de o lună.

- *Grila de evaluare a riscurilor.* Cu ajutorul grilei se realizează exprimarea efectivă a riscurilor existente în sistemul analizat, sub forma cuplului gravitate – frecvență de apariție.
- *Scala de încadrare a nivelurilor de risc, respectiv a nivelurilor de securitate.* Este construită pe baza grilei de evaluare a riscurilor, este un instrument utilizat în aprecierea nivelului riscului previzionat, respectiv a nivelului desecuritate.
- *Fișa locului de muncă* – document centralizator al tuturor operațiilor de identificare și evaluare a riscurilor de accidentare și/sau îmbolnăvire profesională.
- *Fișa de măsuri propuse.* Este un formular pentru centralizarea măsurilor de prevenire necesare de aplicat, rezultate din evaluarea locului de muncă sub aspectul securității muncii.

Nivelul de risc global (N_r) al sistemului de muncă se calculează ca o medie ponderată a nivelurilor de risc stabilite pentru factorii de risc identificați:

$$N_r = \frac{\sum_{i=1}^n r_i * R_i}{\sum_{i=1}^n r_i}$$

unde:

N_r este nivelul de risc global al sistemului de muncă;

r_i rangul factorului de risc i ;

R_i nivelul de risc pentru factorul de risc i ;

n numărul factorilor de risc identificați în sistemul de muncă.

2. APLICAREA METODEI

Tabel 1. Procesele tehnologice necesare pentru realizarea obiectivului

Nr. ctr.	Descrierea procesului tehnologic	Operațiile de muncă	Mașini și utilaje folosite
1	Decopertare strat vegetal	- îndepărtarea stratului vegetal, - transportarea moluzului într-o zonă controlată	- excavator - încărcătoare frontale
2	Trasare construcție, predare borne de reper	- măsurători și stabilirea punctelor de reper	- GPS
3	Efectuarea săpăturilor pentru fundații (săpătură generală)	- săpătură mecanizată	- buldoexcavator
4	Îndepărtarea și depozitarea pământului rezultat în urma săpăturilor	- încărcarea, transportarea și depozitarea pământului rezultat în urma săpăturilor	- buldoexcavator - autobasculantă
5	Realizarea fundațiilor	- asigurarea accesului în zona de lucru - turnarea betonului de egalizare - aducerea și montarea în șantier a cofrajelor prefabricate (cofraj mixt ușor) - aducerea și montarea carcaselor de armătură în șantier - turnarea betonului cu pompa - îndreptarea, nivelarea și vibrarea betonului - desfacerea cofrajelor - curățarea și depozitarea cofrajelor	- camionetă - macara - autobetonieră - pompă de beton - dreptar - vibrator - unelte
6	Executarea plăcii de pe sol	-realizarea accesului în zona de lucru și a spațiului necesar defășurării lucrărilor de execuție, -dispunerea unui strat de balast și compactarea acestuia -dispunerea straturilor hidro și termoizolante -cofrarea plăcii -dispunerea armăturii -turnarea betonului -îndreptarea, nivelarea și vibrarea betonului -decofrarea plăcii -realizarea rosturilor de dilatare	-autobasculantă -buldoexcavator -cilindru compactor -autobetonieră -pompă de beton -dreptar -vibrator -aparat de sudură -flex -unelte -mașină de tăiat beton

7	Executarea elementelor structurale de la demisol, scară și putul liftului	-dispunerea cofrajelor -aducerea și montarea carcaselor de armătură -turnarea și vibrarea betonului -decofrarea -curățarea și depozitarea cofrajelor	- macara -autobetonieră -pomă de beton -aparatură de sudură -flex -unelte
8	Turnarea plăcii de peste demisol	- cofraj placă (dispunerea popilor metalici și executarea eșafodajului) -dispunerea armăturii -turnarea, îndreptarea și vibrarea betonului -decofarea	- unelte -autobetonieră -pomă de beton -aparatură de sudură -flex -vibrator, dreptar
9	Hidroizolarea suprafețelor verticale ale demisolului	-realizarea statului de mortar - dispunerea membranei bituminoase lipită la cald	-arzător cu furtun și regulator de presiune -butelie cu gaz propan sau butan -unelte de tăiere pentru croirea materialului -unelte pentru presarea suprapunerilor în timpul termosudării -echipament corespunzător - stingător de incendiu de capacitate medie
10	Executarea elementelor structurale, parter și etaje (procesul se repetă)	-asigurarea spațiului necesar desfășurării lucrărilor de execuție (căi de acces, căi de circulație amplasate și semnalizate corespunzător, schele, balustrade) -dispunerea cofrajelor -aducerea și montarea carcaselor de armătură -turnarea și vibrarea betonului -decofrarea -curățarea și depozitarea cofrajelor	- macara -autobetonieră -pomă de beton -aparatură de sudură -flex -unelte
11	Executarea acoperișului de tip șarpantă	- aducerea și depozitarea corespunzătoare a lemnului în șantier -executarea șarpantei -ignifugarea șarpantei -dispunerea învelitorii -montarea jgheburilor și burlanelor	- unelte -flex -drujbă -motofierăstrău -pulverizator
12	Realizarea închiderilor	- realizarea pereților din zidărie -tencuirea pereților -montarea tâmplăriei -dispunerea termosistemului	- unelte -mașină de tăiat -betonieră -macara -schele
13	Realizarea compartimentărilor	- realizarea pereților de compartimentare din zidărie și gips-carton -tencuirea pereților -montarea tâmplăriei -realizarea instalațiilor	- unelte -mașină de tăiat -betonieră

Etapa 2: Identificarea factorilor de risc din sistem.

Tabel 2. Identificarea factorilor de risc. Anexa 1

A.	EXECUTANT (muncitori)	
1.	ACȚIUNI GREȘITE	
	1.1.	Executare defectuoasă de operații - transportul neadecvat al materialelor de construcții, manipulare, montaj, depozitare, comenzi,
		manevre, poziționări, fixări, asamblări, reglaje, utilizarea necorespunzătoare sau nefolosirea echipamentelor de protecție impuse, nerespectarea parametrilor de utilizare a dispozitivelor sau echipamentelor de lucru, etc.
	1.2.	Nesincronizări de operații -distrugerea proprietăților unor materiale
		- întârzieri
		- devansări
		- nerespectarea termenelor de recepție a fazelor de execuție
		- depășirea termenelor de predare
	1.3.	Efectuare de operații neprevăzute prin sarcina de muncă
		- pornirea echipamentelor tehnice
		- întreruperea funcționării echipamentelor tehnice
		- alimentarea sau oprirea alimentării cu energie (curent electric, fluide energetice etc.)
		- deplasări, staționări în zone periculoase
		- deplasări cu pericol de cădere: - de la același nivel: prin dezechilibrare; alunecare; împiedicare. - de la înălțime: prin pășire în gol; prin dezechilibrare; prin alunecare.
2.	OMISIUNI	
	2.1.	Omiterea unor operații -tratarea anumitor ansambluri metalice împotriva coroziunii -ignifugarea șarpantei -omiterea anumitor straturi la pardoseli
	2.2.	Neutilizarea mijloacelor de protecție -echipamente obligatorii necesare desfășurării activităților -balustrade -echipamente de prindere pentru lucru la înălțime
B.	SARCINA DE MUNCĂ	
1.	SARCINA SUB/SUPRADIMENSIONATĂ ÎN RAPORT CU CAPACITATEA EXECUTANTULUI	
	1.1.	Solicitare fizică: - efort static - poziții de lucru forțate sau vicioase - efort dinamic -zgomot -intemperii
	1.2.	Solicitare psihică: - volum mare de muncă - etape de execuție care trebuie realizate în scurt timp (ex. turnarea betonului) - situații neprevăzute care implică găsirea de soluții într-un timp foarte scurt

C.	MIJLOACE DE PRODUCȚIE	
1.	FACTORI DE RISC MECANIC	
	1.1.	Mișcări periculoase
	1.1.1.	Mișcări funcționale ale echipamentelor tehnice: -cedarea unui utilaj aflat sub o sarcină prea mare - deplasări ale mijloacelor de transport etc.
	1.1.2.	Deplasări sub efectul gravitației: alunecare; rostogolire; rulare pe roți; răsturnare; cădere liberă; scurgere liberă; deversare; surpare, prăbușirea unor maluri de pământ.
	1.1.4.	Deplasări sub efectul propulsiei: - balans - recul - șocuri excesive - jet, erupție
	1.2.	Suprafețe sau contururi periculoase: -obiectele lăsate la întâmplare (scule, unelte, resturi de materiale) -obiecte ascuțite -suprafețe ude
	1.3.	Recipiente sub presiune -butelie cu gaz propan sau butan
	1.4.	Vibrații excesive ale echipamentelor tehnice (compactoare, vibrator beton)
2.	FACTORI DE RISC TERMIC	
	2.1	Intemperii, temperaturi foarte ridicate sau scăzute, intrarea în contact cu flacăra de la arzător.
3.	FACTORI DE RISC ELECTRIC	
	3.1.	Curentul electric: - utilizarea neadecvată de aparate electrice - traseele electrice nesemnificate sau neizolate corespunzător
4.	FACTORI DE RISC CHIMIC	
	4.1.	Substanțe toxice (praf, fum, substanțe volatile)
D.	MEDIU DE MUNCĂ	
1.	FACTORI DE RISC FIZIC	
	1.1.	Temperatura aerului
	1.2.	Umiditatea aerului
	1.3.	Curenți de aer
	1.4.	Presiunea aerului
	1.5.	Aeroionizarea aerului
	1.6.	Zgomot: rezultat de la utilaje, echipamente, unelte.
	1.7.	Vibrații: rezultate de la utilaje și echipamente
	1.8	Iluminat: neiluminarea anumitor zone sau iluminarea necorespunzătoare
2.	FACTORI DE RISC CHIMIC	
	2.1.	Vapori rezultați în urma turnării betonului, fum rezultat în urma sudării elementelor metalice, praf de caramidă, vapori de la soluțiile de ignifugat.
3.	FACTORI DE RISC BIOLOGIC	
	3.1.	Microorganisme în suspensie în aer
4.	CARACTERUL SPECIAL AL MEDIULUI	
	- aerian	

Tabel 3. Lista de consecințe posibile ale acțiunii factorilor de risc asupra organismului uman. Anexa1

[illegible]

Tabel 4. Lista de consecințe posibile ale acțiunii factorilor de risc asupra organismului uman
Anexa 2

0	1	2	3	4	5	7	9	11	13	15	16	17	18	19	20	22
12	Boli prin expunere la temperaturi înalte sau cauzate de șoc, colaps caloric, degerături	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-
13	Hipoacuzie, surditate de percepție	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-
14	Cecitate	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-
15	Boala de vibrații	-	-	-	-	x	-	-	-	-	-	-	-	-	x	x
16	Tromboflebită	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17	Laringite cronice, nodulii cântăreților	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18	Astenopatie acomodativă, agravarea miopiei existente	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19	Cataractă	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	Conjunctivite și keratoconjunctivite	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-
21	Oftoftalmie	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-
22	Nevroze de coordonare	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x

Etapa3 Fișa de evaluare(Tabel 5); Fișa de măsuri (Tabel 6)

Tabel 5. Fișa de evaluare a locului de muncă. Anexa 6

UNITATEA: SC.Kardinal Construct.SRL		FIȘA DE EVALUARE A LOCULUI DE MUNCĂ		NUMĂR PERSOANE EXPUSE: 20		
SECȚIA:				DURATA EXPUNERII: 8h/zi		
LOCUL DE MUNCA:		ECHIPA DE EVALUARE				
COMPONENTA SISTEMULUI DE MUNCĂ	FACTORI DE RISC IDENTIFICATI	FORMA CONCRETĂ DE MANIFESTARE	CONSECINȚA MAXIMA PREVIZIBILĂ	CLASA DE GRAVITATE	CLASA DE PROBABILITATE	NIVEL DE RISC
		A FACTORILOR DE RISC				
		(descriere, parametri)				
0	1	2	3	4	5	6
-neglijența factorul uman care se definește prin neatenție sau nepricepere.	căderi la același nivel	- alunecare pe suprafețe umede, -împiedicarea de obiecte sau materiale lăsate sau depozitate necorespunzător.	ITM 3-45 zile	2	4	2
-instrumente, utilaje uzate; -instrumente, utilaje neasigurate corespunzător pentru realizarea procesului de muncă; -lipsa echipamentului de protecție; -echipament incomplet sau necorespunzător, -lipsa spațiului necesar desfășurării procesului de muncă. -neglijența factorul uman care se definește prin neatenție sau nepricepere.	căderi de la înălțime	-ruperea/desprinderea balustradelor, -călcarea în gol datorate cățărării pe utilaje, trepte sau schele necorespunzătoare -neasigurarea corespunzătoare, ruperea sau desprinderea sitemelor de prindre pentru lucru la înălțime, -manevrarea necorespunzătoare a utilajelor și lovirea cu elementele flexibile aflat în mișcare (cârligul de la macara)	ITM 45-180 zile	3	3	1
			invaliditate GR.II	5	3	3
			deces	7	2	3
-neglijența factorul uman	alunecare	-pe suprafete umede sau acoperite de lichide pe baza de ulei,	ITM 3-45 zile	2	5	2
-neglijența factorul uman	împiedicare	- de obiecte și/sau materiale lăsate în mod necorespunzător, -cabluri, fire -trepte sau denivelări	ITM 3-45 zile	2	5	2

-condiții de muncă nefavorabile, -neglijența factorul uman care se definește prin neatenție sau nepricepere.	întinderi musculare	- pozitia corpului necorespunzătoare, - ridicarea unor greutăți mari.	neglijabile	1	5	1
-instrumente, utilaje uzate; -instrumente, utilaje neasigurate corespunzător pentru realizarea procesului de muncă; -lipsa echipamentului de protecție; -lipsa spațiului necesar desfășurării procesului de muncă. -echipament incomplet sau necorespunzător -neglijența factorul uman care se definește prin neatenție sau nepricepere.	vătămarea prin impact, lovire	- obiecte în cădere, - utilizarea de unelte necorespunzătoare, -manevrearea incorectă a uneltelor, dispozitivelor sau a utilajelor, -defectarea aparatelor în timpul manevrării, -prăbușirea eșafodajului datorită supraîncărcării sau unui montaj necorespunzător, - caderea în gol datorită nerespectarea limitelor minime față de marginea gropii de fundare, -surparea malurilor de pământ în timpul excavației, -denivelări, -folosirea utilajelor pentru alte operații decât cele prevăzute în instrucțiunile de utilizare a echipamentului de muncă stabilite în Cartea tehnică/Manualul de utilizare, lipsa echipamentelor de semnalizare (de ex.: girofar, hupă) a echipamentelor de muncă, neadaptarea vitezei de deplasare a utilajelor,semnalizarea necorespunzătoare a drumurilor, ruperea sau desprinderea organelor flexibile pentru ridicarea sarcinilor (lanturile și cablurile) în timpul manipulării, rupere datorată calculării gresite a încărcării sau datorită uzurii.	neglijabile	1	6	1
			ITM 3-45 zile	2	5	2
			ITM 45-180 zile	3	4	2
			invaliditate GR.II	5	3	3
			deces	7	1	3
-instrumente, utilaje uzate; -neasigurate corespunzător pentru realizarea procesului de muncă; -lipsa echipamentului de protecție; -lipsa spațiului necesar desfășurării procesului de muncă.	vătămarea prin tăiere	-intrarea în contact cu muchiile uneltelor, elementelor ascuțite, -în momentul tăerii elementelor metalice, -în timpul tăierii, prelucrării lemnului	neglijabile	1	6	1

-neglijența factorul uman care se definește prin neatenție sau nepricepere, -defectarea instrumentelor de tăiere în timpul folosirii.			ITM 3-45 zile	2	5	2
-instabilitatea terenului, -lipsa sprijinirilor, -neglijența factorul uman care se definește prin neatenție sau nepricepere, -lipsa spațiului necesar desfășurării procesului de muncă.	sufocare, asfixiere	-prăbușirea malurilor de pământ peste muncitori	deces	7	1	3
-lipsa echipamentului de protecție, -neglijența factorul uman care se definește prin neatenție sau nepricepere.	electrocutarea	-se poate produce în timpul excavațiilor datorită ruperii unor cabluri de curent care nu au fost prinse în planurile de rețele subterane, -lipsa împământării, -nedeconectarea sursei de curent, -echipament neadecvat, -alimentarea cu electricitate prin instalații uzate care ajung în contact cu apa, -intrarea în contact cu fire neizolate corespunzător.	ITM 3-45 zile	2	4	2
			deces	7	1	3
mediul de muncă	expuneri	-noxe, pulberi provenite de la prelucrarea, tăierea materialelor; turnarea betonului proaspăt; praf, -zgomot și vibrații care sunt produse de utilaje aflate în mișcare, compactoare, vibratoare de beton, unelte, flex, motofierăstrău, drijbă, - intemperii, expunerea la temperaturi foarte ridicate sau scăzute, -solvenți, substanțe chimice folosite la hidroizolații, ignifugări, tencuieli și vopsitorii	neglijabile	1	6	1

Tabel 6. Fișa de măsuri propuse.

Nr. crt.	LOC DE MUNCA/	NIVEL DE RISC	MASURI PROPUSE
	FACTOR DE RISC		
1	caderi la același nivel	foarte mic	1. Realizarea spațiilor de depozitare corespunzătoare. 2. Depozitarea echipamentelor, materialelor și a resturilor de materiale în zonele special amenajate. 3. Îndepărtarea prin spălare a lichidelor care prezintă pericol de alunecare. 4. Utilizarea echipamentului individual de muncă conforme cu cerințele de securitate și sănătate în muncă (căști, salopete, mănuși, încălțăminte cu bombușă întărită, măști, ochelari.) 5. Respectarea programului de muncă și a pauzelor pentru a nu duce la extenuarea excesivă a muncitorilor. 6. Marcarea corespunzătoare a căilor de acces și a zonelor de circulație. 7. Instruirea muncitorilor cu privire la instrucțiunile de utilizare a echipamentelor conform cartilor tehnice ale acestora. 8. Verificarea periodică a stării echipamentelor de muncă, inclusiv înainte de începerea lucrărilor. 9. Respectarea ordinii succesive a operațiilor de muncă. 10. Verificarea elementelor și componentelor utilizate la montarea schelelor și a scărilor. 11. Utilizarea sistemelor de blindaj și de asigurare împotriva surpărilor de teren (maluri). 12. Asigurarea spațiului necesar realizării fiecărui tip de operație. 13. Asigurarea iluminatului adecvat. 14. Delimitarea și semnalizarea privind prevenirea riscului surpării malurilor de pământ. 15. Realizarea de delimitări pentru a evita riscul căderii în gol. 16. Asigurarea măsurilor tehnice de securitate împotriva electrocutării. 17. Verificarea existenței traseelor de utilități subterane atât pe șantier cât și în vecinătăți și semnalizarea acestora. 18. Curățarea locului în care s-a lucrat prin depozitarea uneltelor, a echipamentelor folosite și a resturilor de materiale în locurile special amenajate. 19. Instruirea și testarea periodică a muncitorilor cu privire la cunoștințele tehnice și de securitate a muncii. 20. Se impune respectarea normelor de igienă cu privire la servirea meselor, trebuie să se facă într-o zonă ferită de contaminări.
2	căderi de la înălțime	minim și mic	
3	alunecare	foarte mic	
4	împiedicare	foarte mic	
5	întinderi musculare	minim	
6	vătămarea prin impact, lovire	minim, foarte mic și mic	
7	vătămarea prin tăiere	minim și foarte mic	
8	sufocare, asfixiere	mic	
9	electrocutarea	foarte mic și mic	
10	expuneri	minim	

Nivelul de risc global al locului de muncă este:

$$N_r = \frac{\sum_{i=1}^{19} r_i * R_i}{\sum_{i=1}^{19} r_i} = \frac{5 * (1 * 1) + 7 * (2 * 2) + 6 * (3 * 3) + 0 * (4 * 4) + 0 * (5 * 5) + 0 * (6 * 6) + 0 * (7 * 7)}{5 * 1 + 7 * 2 + 6 * 3 + 0 * 4 + 0 * 5 + 0 * 6 + 0 * 7} = 2,35$$

Nivelul de risc global calculat pentru locul de muncă pe șantier are valoarea de 2,35.

Autorii metodei elaborate în cadrul I.N.C.D.P.M. București consideră că pentru țara noastră ar fi recomandat ca nivelul de risc global pe loc de muncă acceptabil să corespundă nivelului 3,5. Aceasta ar însemna, în primul rând, ca autorizarea de funcționare a șantierelor de construcții, din punct de vedere al sănătății și securității în muncă să se acorde numai nu se depășește acest nivel.

Pentru diminuarea, evitarea sau eliminarea a factorilor de risc trebuie respectate măsurile prezentate mai sus.

3. CONCLUZII

Lucrarea conține evaluarea riscurilor de accidentare și îmbolnăvire profesională pentru locul de muncă din cadrul S.C. Kardinal Construct SRL, în conformitate cu prevederile art.7 al.3 lit.b, art.12 al.1 lit.a și art. 13 lit. b din Legea 319/2006.

La baza evaluării riscurilor au stat: examinarea directă a locului de muncă, examinarea factorilor externi care pot avea impact asupra locului de muncă și datele statistice referitoare la accidente de muncă și bolile profesionale înregistrate la S.C. Kardinal Construct SRL .

Evaluarea s-a efectuat având la bază o atentă analiză a locurilor de muncă, de unde s-au obținut date și informații primare, despre conținutul componentelor sistemului de muncă (echipamente de muncă, mediul de muncă, sarcina de muncă, executant), prin observări directe, studiul documentației (fișele posturilor, regulament intern, statut), prin discuții avute cu lucrătorii ce desfășoară efectiv procesul de muncă și cu directorul firmei.

Bibliografie

- [1] **Guvernul României** (2006), *H.G. nr. 1425/2006 pentru aprobarea Normelor metodologice de aplicare a prevederilor Legii securității și sănătății în muncă nr. 319/2006*, Monitorul Oficial al României, Partea I, nr. 882/30.10.2006.
- [2] **Moraru, R.I., Băbuț, G.B., Matei, I.** (2002), *Ghid pentru evaluarea riscurilor profesionale*, Editura Focus, Petroșani, România.
- [3] **Moraru, R.I.** (2013), *Securitate și sănătate în muncă. Tratat universitar.*, Editura Focus, Petroșani, România.
- [4] **Moraru, R.I., Băbuț, G.B.** (2013), *Evaluarea riscurilor profesionale: Îndrumător pentru aplicații practice și proiecte*, Editura Focus, Petroșani, România.
- [5] **Parlamentul României** (2006), *Legea securității și sănătății în muncă nr. 319/2006*, Monitorul Oficial al României, Partea I, nr.646/26.07.2006.
- [6] **Pece, Șt.** (2010), *Evaluarea riscurilor în sistemul de muncă*, Editura Rubin, Galați, România.

Evaluarea nivelului de întărire a betonului prin metoda gradului de maturizare

Alexandra Pamfil,

doctorand, Facultatea de Construcții și Instalații Iași, alexandra.pamfil1@gmail.com

Rezumat

Nivelele de întărire a betonului în condiții standardizate de temperatură și umiditate (dar și pentru condiții de temperaturi medii cuprinse în intervalul $+5^{\circ}\text{C} \rightarrow +35^{\circ}\text{C}$, maximum $+40^{\circ}\text{C}$, în funcție de tipul cimentului utilizat la prepararea betonului, pentru a nu se înregistra pierderi finale de rezistență) se pot exprima grafic cu o singură diagramă pentru toate clasele de beton preparate cu același tip de ciment, la diferite vârste. Fiecărei diagrame de întărire a betonului îi corespunde un grad de maturizare, definit ca suprafața cuprinsă între diagrama de temperatură medie a betonului și ordonata de -10°C , în timp, astfel încât, doar pe baza măsurării temperaturii din timpul întăririi să se poată evalua rezistența (sau nivelul de întărire) betonului necesară pentru procesul tehnologic – decofrare, transfer forță de precomprimare, acceptarea înghețării betonului fără efecte defavorabile, transport prefabricate din beton etc., dar și timpii necesari începerii desfășurării unor procese tehnologice.

Cuvinte cheie: nivel de întărire, grad de maturizare, ciment unitar, ciment compozit.

1. INTRODUCERE

Stadiul convențional de *beton întărit* corespunde vârstei de 28 de zile de întărire a betonului în condiții standardizate. Betonul este păstrat în tipare standardizate, ca formă și dimensiuni, la temperatura medie de întărire, $\theta_{amed} = +20^{\circ}\text{C}$, umiditate de 100 % până la 7 zile (în primele 24 de ore, păstrare în tipare și apoi până la 7 zile, epruvete decofrate) și umiditate de 60% în următoarele 21 de zile.

Stadiul convențional de beton întărit se definește prin gradul de maturizare M_{28}^{20} ($h^{\circ}\text{C}$), care este suprafața cuprinsă între diagrama de temperatură medie, $\theta_{bmed} = +20^{\circ}\text{C}$, și ordonata de -10°C , pentru durata de 28 de zile x 24 ore/zi (figura nr. 1). Se consideră că la -10°C încetează orice reacție chimică în beton [5], [7], [9].

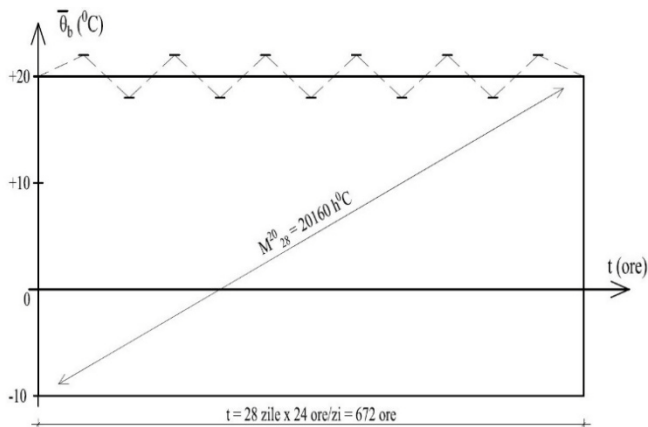


Fig. 1. Gradul de maturizare M_{28}^{20} pentru betonul de ciment Portland [9]

$$M_{28}^{20} = (\theta_{b \text{ med}} + 10) \cdot 28 \cdot 24 = 20160 \text{ h}^0\text{C} \quad (1)$$

2. METODOLOGIA CERCETĂRII

Definirea calității betonului întărit și a stadiului de beton întărit se fac prin rezistența la compresiune, stabilită pe epruvete executate, păstrate și încercate în condiții standardizate. Epruvetele standardizate utilizate în România pentru determinarea rezistenței la compresiune a betonului sunt de formă cubică cu latura de 150 mm (suprafață de referință 22 500 mm²) și de formă cilindrică cu diametrul 150 mm (suprafață de referință 17671 mm²) și înălțimea de 300 mm [1], [2], [4], [5], [7]. Rezistența la compresiune definește toate celelalte performanțe mecanice ale betonului, ca procente din rezistența la compresiune .

În procesul tehnologic de realizare a lor, elementele de construcții din beton sunt supuse la eforturi înainte de atingerea rezistențelor mecanice care caracterizează stadiul convențional de beton întărit. De ex.: procesele tehnologice de decofrare, de transfer a forței de precomprimare, procesul natural de îngheț-dezgheț, procesele tehnologice de decofrare, de transport și de depozitare a elementelor prefabricate din beton etc. De aceea, este necesară cunoașterea nivelului de întărire în orice moment, înainte de atingerea nivelului de întărire corespunzător stadiului convențional de beton întărit.

Un exemplu de evoluție a rezistenței la compresiune a betonului se prezintă în figura nr. 2. În practică, folosirea acestor diagrame este dificilă, deoarece pentru fiecare clasă de beton și tip de ciment (lent, normal, rapid) utilizat la realizarea betonului există câte o diagramă.

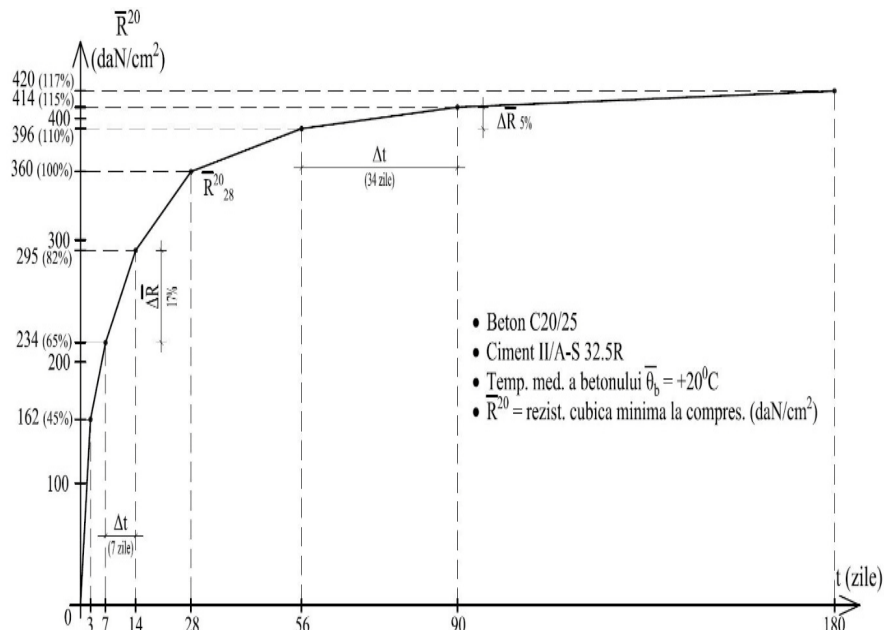


Fig. 2. Evoluția în timp a rezistenței minime la compresiune cubică a betonului [3]

Nivelul de întărire a betonului (β) se definește ca raportul procentual dintre rezistența medie la compresiune la un moment dat ($\bar{R}_{\beta}^{20}$) și rezistența medie la compresiune ($\bar{R}_{28}^{20}$) corespunzătoare stadiului convențional de beton întărit. Nivelul de întărire se determină pentru timpii cuprinși între t_i și $\bar{R}_{28}^{20}$, dar și mai departe, până la vârsta de 180 de zile [3] [9].

$$\beta = \frac{\bar{R}_{\beta}^{20}}{\bar{R}_{28}^{20}} \cdot 100 \quad (\%) \quad (2)$$

Nivelul de întărire în condiții standardizate de temperatură și umiditate a betonului se pot exprima grafic cu o singură diagramă pentru toate clasele de beton preparate cu același tip de ciment, la diferite vârste (figura 3).

Tot cu o singură diagramă se poate exprima grafic nivelul de întărire pentru toate clasele de beton preparate cu același tip de ciment, pentru condiții de întărire (temperaturi medii) diferite de condițiile de întărire standardizate realizabile în laborator.

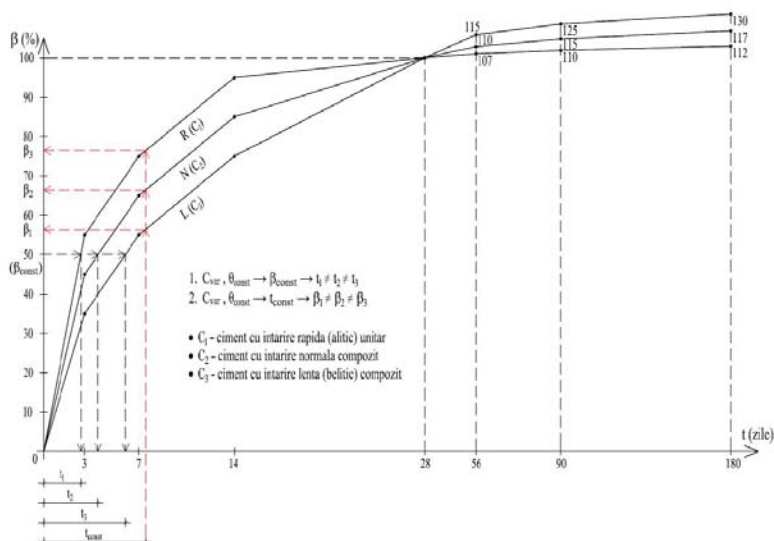


Fig. 3. Diagrame de întărire a betonului în condiții standardizate de temperatură și umiditate, exprimate prin nivelul de întărire

3. REZULTATE CANTITATIVE, CALITATIVE ȘI INTERPRETĂRI

Valoarea de $20160 \text{ h}^\circ\text{C}$ a gradului de maturizare M_{28}^{20} a unui beton corespunde valorii rezistenței medii la compresiune $\bar{R}_{28}^{20}$, care caracterizează stadiul convențional de beton întărit. Pentru aceleași condiții standardizate de întărire, la timp $t_i = t_\beta < 28 \text{ zile} \times 24 \text{ ore/zi} = 672 \text{ ore}$, există o corelare directă între nivelul parțial de întărire β și gradul de maturizare M_β^{20} .

$$M_\beta^{20} = (\bar{\theta}_b + 10) \cdot t_\beta \quad (3)$$

Corelația $\beta \Leftrightarrow M_\beta^{20}$ se prezintă în Tabelul nr. 1 și în figura nr. 4.

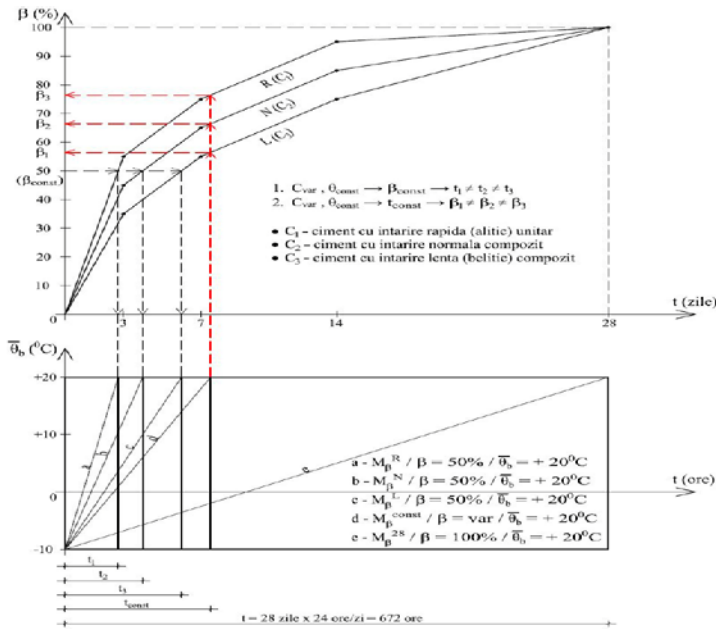
Din diagramele din figura nr. 4 se pot determina timpii reali t_i de întărire a betonului, corespunzători unui nivel de întărire β_{nec} , necesar efectuării unui proces tehnologic, sau se pot determina nivelele de întărire reale β_i corespunzătoare unui termen t_{nec} care caracterizează un proces tehnologic care se desfășoară la temperatura medie a mediului de $+20^\circ\text{C}$. Diagramele se pot utiliza, citind astfel:

$$\left\{ \begin{array}{l} \bar{\theta}_b = \text{const.} \\ C_i = \text{dif.} \end{array} \right. \text{ pentru } \beta_{nec} \Rightarrow t_1 \neq t_2 \neq t_3 \text{ sau}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \bar{\theta}_b = \text{const.} \\ C_i = \text{dif.} \end{array} \right. \text{ pentru } t_{nec} \Rightarrow \beta_1 \neq \beta_2 \neq \beta_3$$

Tabel 1. Corelația $\beta \leftrightarrow M_{\beta}^{20} (h^{\circ}C)$ pentru betoane de ciment Portland [9]

Tip ciment	Gradul de maturizare $M_{\beta}^{20} (h^{\circ}C)$, pentru $\beta = (\%)$								
	10	20	30	40	50	60	70	80	100
II/B-S 32,5	660	1030	1620	2540	3980	6240	9790	12095	20160
II/A-S 32,5 R	600	880	1290	1880	2760	4050	5930	10080	20160
I 42,4	520	740	1150	1690	2510	3720	5520	6720	20160

Fig. 4. Corelarea nivelului de întărire β cu gradul de maturizare M_{β}^{20}

În realitatea de zi cu zi, temperatura medie a mediului în care are loc betonarea, tratarea după turnare a betonului și, mai ales, întărirea betonului, diferă de temperatura normală, standard, de $+20^{\circ}C$. De aceea, este important să se poată evalua nivelele de întărire a betoanelor de ciment pentru condiții de întărire la temperaturi diferite de $+20^{\circ}C$.

Literatura tehnică de specialitate [4], [7], [9], prezintă conceptul de grad de maturizare a betonului pentru intervalul de temperaturi medii $+5^{\circ}\text{C} \div +35^{\circ}\text{C}$ (maximum $+40^{\circ}\text{C}$). În acest interval de temperaturi este asigurată întărirea betonului preparat cu orice tip de ciment Portland, fără a se înregistra scăderi finale ale rezistenței la compresiune, chiar dacă viteza de întărire și cantitatea de căldură degajată de exotermia cimentului sunt diferite [9], [11]. Temperaturile maxime admise de betonul preparat cu ciment Portland, pentru a nu se înregistra pierderi finale de rezistență, sunt: $\theta_b^* \leq +35^{\circ}\text{C}$, pentru cimenturi Portland unitate, fără adaos (tip I 32,5R, I 42,5R, I 52,5R – SR 388/1995) și $\theta_b^* \leq +40^{\circ}\text{C}$, pentru cimenturi Portland compozite, cu adaosuri la fabricarea lor (tip II/A-S (-M, -V, -P, -L) 32,5R, 42,5R, 52,5R, IVA, VA – SR 1500/1996, H II/A-S, H II/B-S, SR II/A-S, SR II/A-P, 32,5, 42,5, 52,5 – SR 3011/1996) [4], [7], [9],[10]. Nivelele de întărire în condiții de temperatură diferite de condițiile standardizate de întărire a betonului se pot exprima grafic tot cu o singură diagramă pentru toate clasele de beton preparate cu același tip de ciment și pentru o temperatură medie de întărire cuprinsă în intervalul $+5^{\circ}\text{C} \rightarrow +35^{\circ}\text{C}$ (max. $+40^{\circ}\text{C}$) (figura 5).

Există o proporționalitate între M_{β}^{20} și M_{β}^{θ} pentru intervalul de temperaturi medii: $0^{\circ}\text{C} (+5^{\circ}\text{C}) \leq \theta_b \leq \theta_b^* = +35^{\circ}\text{C} (+40^{\circ}\text{C})$ [4], [7], [9]:

$$M_{\beta}^{20} = (\bar{\theta}_b + 10) \cdot t_i (h^{\circ}\text{C}), \bar{\theta}_b = +20^{\circ}\text{C} \quad (4)$$

$$\text{și} \quad M_{\beta}^{\theta} = (\bar{\theta}_i + 10) \cdot t_i \cdot k_{\theta} (h^{\circ}\text{C}), \bar{\theta}_i \neq +20^{\circ}\text{C} \quad (5)$$

Corelațiile $\theta \Leftrightarrow M_{\beta}^{\theta}$ se prezintă în Tabelul 2 [7], [9].

Din diagramele din figura 5 se pot determina timpii reali t_i de întărire a betonului, corespunzători unui nivel de întărire β_{nec}^{θ} , necesar efectuării unui proces tehnologic, sau se pot determina nivelele de întărire reale β_i^{θ} corespunzătoare unui termen t_{nec} care caracterizează un proces tehnologic care s-ar desfășura la o temperatură medie a mediului diferită de $+20^{\circ}\text{C}$.

Tabel 2, Corelația $\theta \Leftrightarrow M_{\beta}^{\theta}$; valorile parametrului $m_i = (\theta_i + 10) \cdot k_{\theta}$ [7], [9]

$\theta_i (^{\circ}\text{C})$	1	5	10	20	30	35	40	50	55	60
$m_i (^{\circ}\text{C})$	3	11	19	30	47	61	80	134	170	212
k_{θ}	0,27	0,73	0,95	1,00	1,18	1,36	1,60	2,23	2,61	3,03

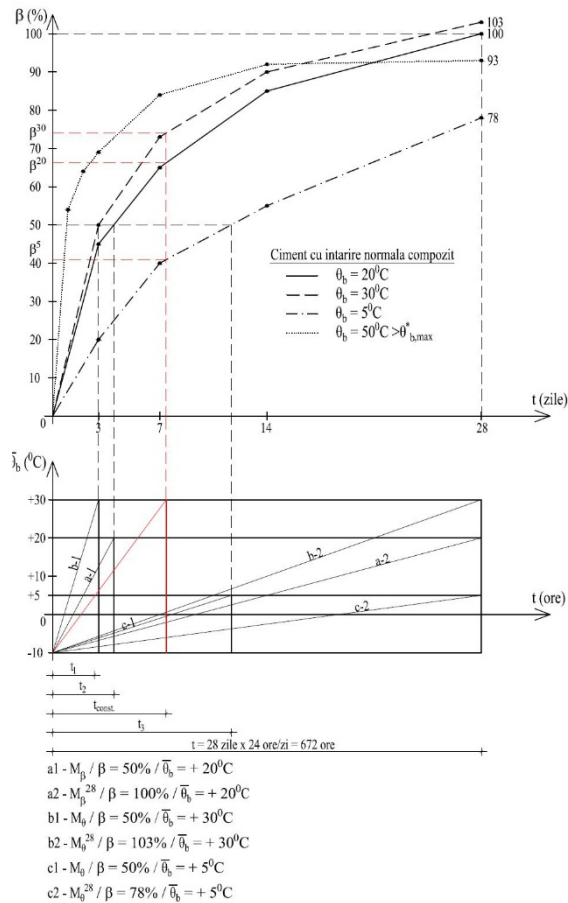


Fig. 5. Diagrame de întărire a betonului în condiții de temperatură diferite de condițiile standardizate (diagramă timp – nivel de întărire – grad de maturizare) [3]

Diagramele se pot utiliza, citind astfel:

$$\begin{cases} \bar{\theta}_i \neq +20^\circ\text{C} \\ C = \text{const.} \end{cases} \text{ pentru } \beta_{nec}^\theta \Rightarrow t_1 \neq t_2 \neq t_3 \text{ sau}$$

$$\begin{cases} \bar{\theta}_i \neq +20^\circ\text{C} \\ C_i = \text{const.} \end{cases} \text{ pentru } t_{nec} \Rightarrow \beta_1^\theta \neq \beta_2^\theta \neq \beta_3^\theta$$

Dacă $\theta_b > \theta_b^*$ (de ex. $\theta_b = +50^\circ\text{C}$), la 28 de zile se constată scăderi finale de rezistență de 7,0 % la betoanele preparate cu cimenturi care au viteză normală de întărire; scăderile finale de rezistență pot ajunge la 24 % la betoanele preparate cu cimenturi care au viteză rapidă de întărire [9].

4. CONCLUZII ȘI DEZVOLTĂRI ULTERIOARE

În concluzie, doar pe bază măsurării temperaturii betonului în timpul întăririi sale, se pot determina, la diferite intervale de timp, gradele de maturizare corespunzătoare timpului scurs și temperaturii medii pe acel interval de timp; gradele de maturizare determinate indică nivelul de întărire a betonului, inclusiv rezistența la compresiune corespunzătoare. Metoda gradului de maturizare înlocuiește cu succes metodele distructive pentru determinarea rezistenței la compresiune a betonului la un moment dat, conducând la economii semnificative de materiale, manoperă, dar și la o corectă apreciere a termenelor la care poate avea loc un proces tehnologic.

Bibliografie

1. Încercări pe betonul întărit. Partea I. Formă, dimensiuni și alte condiții pentru epruvete și tipare, SR EN 12390- 1:2013;
2. Încercări pe betoane. Încercări pe betonul întărit. Determinarea rezistențelor mecanice. STAS 1275-88, București, 1988;
3. Cod de practică pentru executarea lucrărilor din beton, beton armat și beton precomprimat, indicativ NE 012-99, MLPAT, București, 1999;
4. Cod de practică pentru executarea lucrărilor din beton, beton armat și beton precomprimat. Partea 5. Producerea betonului, indicativ NE 012-1: 2007, Partea 2: Executarea lucrărilor din beton, indicativ NE 012/2: 2010, București, 2007; 2010;
6. Neville, A., M., Proprietățile betonului, Ed. Tehnică, București, 1979;
7. Moldovan, V., Aditivi în betoane Ed. Tehnică, București, 1978;
8. Ionescu, I., Ispas, T., Proprietățile și tehnologia betoanelor, Ed. Tehnică București, 1997;
9. Degeimbre, R., Technologie des betons; Notes de cours provisoires, Liege, 1999;
10. Trelea, A., Giușcă, N., Pamfil, E., Tehnologia și mecanizarea lucrărilor de construcții, vol. 2, I P Iași, 1988;
11. Dreux, Georges, Nouveau guide du béton, ed. Eyrolles, Paris, 1979 și 1998.

Factorii de stres ai conductelor din material plastic

Radermacher Ladislau,

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

Rezumat

În scopul prevenirii incidentelor datorate scurgerilor necontrolate de gaze și a exploziilor / incendiilor devastatoare au fost analizați factorii care determină durabilitatea și siguranța în exploatare a rețelelor de gaze realizate din polietilenă.

Din studiile întreprinse, a rezultat că durabilitatea și siguranța în exploatare a rețelelor de distribuție a gazelor naturale realizate din polietilenă este determinată atât de factorii umani (lipsă de cunoștințe în domeniul polimerilor ceea ce duce la erori în proiectare și/sau nerespectarea prevederilor reglementărilor tehnice privind proiectarea, execuția și exploatarea rețelelor de gaze naturale) cât și de îmbătrânirea materialului polimeric a conductelor și fittingurilor. Îmbătrânirea materialului polimeric este un proces complex care are loc sub acțiunea factorilor de stres specifici ce acționează concertat, simultan și sinergic asupra conductelor și fittingurilor în timpul manipulării (transportului și îngropării), a depozitării (expunerea la intemperii atmosferice și la radiațiile solare în spectrul IR și UV) și a exploatării (mecanice - șocuri și vibrații generate de traficul rutier, tensionări mecanice datorate tasării terenului, deplasărilor / alunecărilor de teren și/sau a dilatărilor/contractiilor termice; chimice - prezența oxigenului și a poluanților organici din sol și microbiologice - flora microbiologică a solului, în special mucegaiurile filamentoză, sabotaje).

Cuvinte cheie: gaz, polietilenă, degradare mecanică, stres.

1. INTRODUCERE

În perspectiva dezvoltării durabile și sustenabile furnizarea în condiții de siguranță a gazelor naturale necesar preparării hranei și încălzirii locuințelor este o problemă prioritară.

În urma dezvoltărilor tehnologice în domeniul materialelor plastice, în ultimele decenii, conductele realizate din polietilenă sunt din ce în ce mai frecvent utilizate la realizarea rețelelor de distribuție.

Durabilitatea și siguranța în exploatare a conductelor din polietilenă aferente rețelelor de distribuție gaze naturale este dată de procesele de îmbătrânire a materialului datorate acțiunii simultane și sinergice a mai multor factori de stres

cum ar fi: mecanice, chimice, microbiologice și nu în ultimul rând intemperii atmosferice și radiațiile solare în spectrul IR și UV din timpul transportului și depozitării.

Având în vedere aceste considerente *scopul lucrării* constă în analiza factorilor de stres și a mecanismelor de desfășurare a proceselor de îmbătrânire a țevelor din polietilenă aferente rețelelor de distribuție gaze naturale.

2. POLIETILENA - STRUCTURA ȘI STABILITATEA CHIMICĂ

Datorită caracteristicilor sale mecanice (elasticitate, rezistență ridicată la rupere, șocuri și vibrații etc.) și dielectrice deosebite precum și stabilității chimice ridicate polietilena este materialul cel mai des utilizat la realizarea atât a materialului tubular cât și a elementelor de îmbinare (fitinguri) aferente rețelelor de distribuție a gazelor naturale. Mari cantități de polietilenă se utilizează și la realizarea altor rețele subterane de utilități urbane cum ar fi cabluri de energie și elemente de îmbinare (manșoane), material tubular pentru conductele de apă, canalizare etc.

Caracteristicile deosebite ale polietilenei se datorează structurii sale chimice. Polietilena este un material polimeric obținut prin polimerizarea etenei (C_2H_4 structural: $CH_2=CH_2$ cu structura spațială din figura 1).

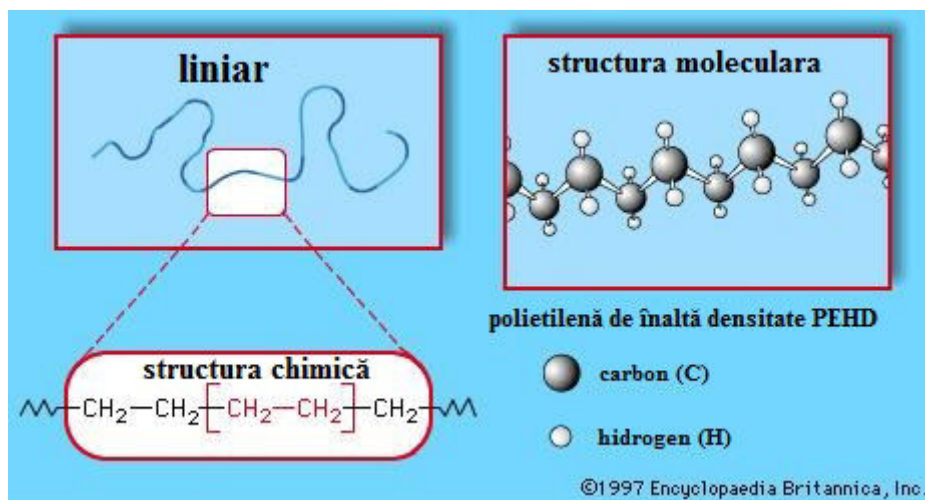


Fig. 1. structura polietilenei PEHD (după Enciclopedia Britannica)

Prin analiza figurii 1 se constată că polietilena are o structură pe schelet carbonic deosebit de ordonată ceea ce îi oferă o „cristalinitate” ridicată și implicit caracteristici mecanice deosebite respectiv rezistență la rupere și elasticitate ridicate.

Funcție de gradul de polimerizare și gradul de reticulare se cunosc următoarele tipuri de polietilena PEX sau XLPE - polietilenă reticulată PE-LD – polietilenă cu densitate mică PE-LLD – polietilenă cu densitate liniară joasă (densitatea: 0,915–0,925 g/cm³). PE-LMD – polietilenă mediu densificată (densitatea: 0,926–0,940 g/cm³). PE-HD – polietilenă de mare densitate 0,97 g/cm³) PE-HD-HMW - polietilenă înalt densificată (de înaltă densitate) cu masa moleculară ridicată PE-HD-UHMV - polietilenă înalt densificată cu masă moleculară foarte ridicată (ro.wikipedia.org]

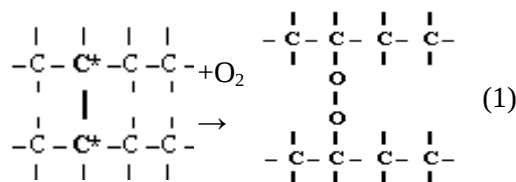
Varietatea de polietilenă interesantă din punct de vedere al utilizării în sistemele de conducte este polietilena de înaltă densitate, sau PEHD. Evoluția în timp a tehnologiei de obținere a PEHD a corespuns unei evoluții corespunzătoare a materialelor obținute:

- PE80 sau polietilena din a doua generație, încă în uz
- PE100 sau polietilena din a treia generație, tipul cel mai utilizat în prezent
- PE100 RC sau polietilena din a patra generație, încă folosit pe o scară mai restrânsă

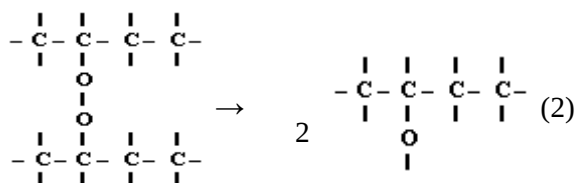
Țevile de polietilenă de înaltă densitate (PEHD) pot transporta gaze naturale. Ea are cea mai scăzut frecvența de reparații de km de conductă pe an în comparație cu toate celelalte tipuri de conducte utilizate pentru distribuție gazelor naturale.

3. DEGRADARILE POLIETILENEI - FACTORI DE STRES

Deși polietilena prezintă o stabilitate sa chimică ridicată, totuși în anumite condiții, sub acțiunea factorilor de stres specifice mediului de exploatare se asistă la îmbătrânirea polietilenei, respectiv diminuarea caracteristicilor funcționale. În prezența oxigenului sub acțiunea unor factori de stres cum ar fi radiațiile ionizante și/sau neionizante (cum ar fi razele solare în special cele din spectrul UV și IR) polietilena suferă procese de oxidare. Indiferent de modul de inițiere, în prima etapă a proceselor de termooxidare a polietilenei se formează produși peroxidici solizi(1)(Radermacher și colab., 2018).



Legătura peroxidică –O–O– fiind relativ slabă scindează ușor (2) și se formează produși cu grupări radicalice cum ar fi: –OH, –CHO, –CO–.



În urma proceselor (1) și (2) lanțul carbonic al polietilenei se rupe. Structura polietilenei lineare (figura 1) în urma îmbătrânirii este ilustrată în figura 2.

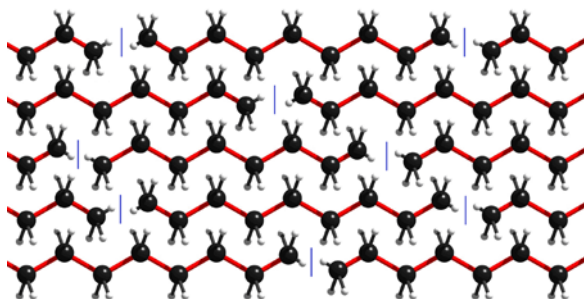


Fig. 2. Structura polietilenei cu structură liniară în urma îmbătrânirii (ruperea lanțurilor carbonice)

În cazul polietilenei gradul de îmbătrânire prin procese temooxidative (Voina și colab., 2017) se pune în evidență relativ ușor și precis prin tehnica FTIR. Polietilena neîmbătrânită nu are legături C–O și nici C=O, iar la cea îmbătrânită, în urma proceselor de temooxidare apar legăturile și vibrațiile caracteristice ale grupărilor funcționale O–O, OH, CHO etc. Amplitudinea vârfurilor de absorbantă FTIR specifice acestor grupe funcționale indică gradul de îmbătrânire a materialului (Lungulescu și colab., 2018).

Alt factor de stres pentru deteriorarea polietilenei constituie prezența microorganismelor (Nowak și colab., 2012, Labuzek și colab., 2006, Pajak și colab., 2013, Radu și colab., 2016).

Principial pentru ca un microorganism să poată crește și multiplica trebuie ca să se îndeplinească trei condiții simultane: prezența sărurilor minerale, prezența umidității și prezența unei resurse de hrană - respectiv sursă de carbon metabolizabil. În cazul componentelor de polietilenă ce funcționează în sol și/sau în ape de suprafață primele două condiții sunt îndeplinite. Principial sursa de carbon metabolizabil este orice compus cu carbon care nu este toxic (xenobiotic) și al cărui volum molecular permite ca molecula să poată penetra din mediu în citoplasmă prin membrana celulară. În cazul polietilenei această condiție este îndeplinită dacă gradul de polimerizare n nu depășește 200 [4-6]. Se remarcă faptul că microorganismele dispun de un aparat enzimatic deosebit de complex prin care

pot iniția reacțiile de oxidare a polietilenei (1) și ruperea lanțurilor carbonice (2). Pe de altă parte hifele miceliene au capacitatea de a pătrunde între macromoleculele polietilenei, creează tensiuni mecanice și contribuie astfel la ruperea lanțurilor carbonice (Nowak și colab., 2012).

Poluarea mediului cu produse petroliere are drept efect accelerarea biodeteriorării componentelor din polietilenă (efect de sinergism în urma acțiunii simultane a stresului chimic și stresului microbiologic) (Gaunt și colab., 2006, Mao și colab., 2006).

Studii recente au scos în evidență faptul că metabolismul, creșterea și multiplicarea microorganismelor, este stimulată sub acțiunea câmpurilor electromagnetice cu frecvență foarte joasă ELF (Lingvay și colab., 2018, 2008, Sandu și colab., 2009, Stancu și colab., 2013, Mateescu și colab., 2017, Lingvay M. și colab., 2013, Radu și colab., 2015) - fapt ce explică agresivitatea microbiologică ridicată asupra conductelor urbane cu componente din material polimeri (Sztamari și colab., 2015; 2009; Lingvay și colab., 2013; 2006) a mediilor (cum ar fi solul) poluate electromagnetic în spectrul ELF (cu semnale de 50Hz și armonicile acestuia - în special cele impare - generate de consumatorii reactivi (Spafiu și colab., 2017, Matei și colab., 2016, Bors și colab., 2017).

Se remarcă faptul că acțiunea simultană a stresului termooxidativ și cel microbiologic prin efect de sinergism accelerează substanțial îmbătrânirea materialelor polimerice (Bors și colab., 2017).

4. DEGRADĂRILE INSTALAȚIILOR DE GAZE NATURALE REALIZATE DIN POLIETILENA

Instalațiile de gaze naturale sunt cu risc ridicat în exploatare - ceea ce impune ca la proiectarea, realizarea și exploatarea lor să se respecte întocmai reglementările tehnice în domeniu. La lansarea pe piață conductelor de polietilenă și a fittingurile aferente fabricanții au garantat minim 50 ani de exploatare sigură. Cu toate acestea numeroase evenimente au fost înregistrate pe rețelele de distribuție gaze naturale realizate din polietilenă - de exemplu cel descris în [stirileprotv.ro] care pe lângă pagube materiale și sociale imense a avut ca efect decesul unui om și a altora 16 care au ajuns la spital cu răni grave. În acest caz (conform mediafax.ro; ziare.com) fisura din conducta de gaz a fost de dimensiunea unei coli A4, enormă într-un astfel de caz. Patul de nisip lipsea și ar fi fost important, deoarece ar fi drenat gazele. Mai mult, conducta se afla la o adâncime de aproximativ 60 centimetri, când ea ar fi trebuit să fie la 90 centimetri. Conducta nefiind la adâncimea necesară, ea nu a fost protejată împotriva factorilor mecanici, de exemplu vibrații provocate de trafic.

Astfel cauzele avariilor rețelilor de gaze realizate din polietilenă sunt multiple. Din analiza avariilor înregistrate rezultă că în majoritatea cazurilor se datorează factorului uman - fie necunoașterea caracteristicilor conductelor și fittinguri din polietilenă (rezistența la rupere, dilatările/contractiile termice, rezistența la acțiunea poluanților și a microorganismelor din sol etc.) ceea ce duce la o proiectare defectuoasă a instalației, fie nerespectarea reglementărilor tehnice privind proiectarea, execuția și exploatarea acestor instalații (cele mai frecvente abateri fiind: nerespectarea adâncimii și condițiilor de îngropare - așezarea în pat de nisip corespunzător, nemontarea și/sau neîntreținerea în stare de funcționare a răsuflătorilor, etc.). De asemenea se constată frecvent că conductele de polietilenă sunt manevrate necorespunzător în timpul montării - sunt zgâriate și/sau sunt depozitate timp îndelungat în spații neprotejate - expuse la intemperii atmosferice și acțiunea razelor solare în spectrul UV și IR - ceea ce duce la îmbătrânirea termooxidativă a materialului și la scăderea semnificativă a rezistenței la acțiunea mușcăiurilor.

Degradările instalațiilor de gaze realizate din polietilenă sunt complexe și sunt rezultatul acțiunii simultane și sinergice a mai multor factori de stres, respectiv:

a) stres mecanic - tensionări datorate contractiilor/dilatărilor termice și / sau deplasărilor/alunecărilor de teren (în extremă poate duce la rupturi de material - ca la), șocuri și vibrații produse de circulația rutieră, manipularea necorespunzătoare în timpul transportului și/sau a instalării (zgârieturi) etc.;

b) stres termooxidativ - formarea produșilor peroxidici ceea ce duce la ruperea lanțurilor de polimer și fragilizarea materialului;

c) stres termic - radiațiile solare în spectrul IR în timpul depozitării (intensifică b.); variațiile sezoniere a temperaturii solului - în special la conductele îngropate la adâncime insuficientă (intensifică a.);

d) expunerea la radiații UV în timpul depozitării (acelerează b.)

e) poluarea solului cu produse petroliere - atacă/dizolvă/înmoaie polimerul;

f) deteriorarea microbiologică - fragilizarea materialului, în urma pătrunderii hifelor miceliene crește permeabilitatea/difuzivitatea gazului prin polimer.

Desigur cele de la a.) - f.) acționează sinergic. Astfel, radiațiile UV inițiază procesele termooxidative, radiațiile IR accelerează procesele termooxidative. Degradarea termooxidativă b.) duce la scăderea semnificativă a rezistenței la acțiunea mușcăiurilor (Lingvay și col. 2009) etc. Pe de altă parte asperizarea/zgărirea suprafeței materialului în timpul manipularilor favorizează pătrunderea hifelor miceliene. Prezența produselor petroliere intensifică stresul microbiologic etc.

Se constată că principalele degradări a pieselor din material plastic utilizate la realizarea instalațiilor de gaze sunt fragilizarea și scăderea rezistenței la rupere a

materialului respectiv creșterea permitivității/difuzivității gazului prin pereții conductei.

5. CONCLUZII

Au fost analizate factorii care determină durabilitatea și siguranța în exploatare a rețelelor de gaze realizate din polietilenă. Din studiile întreprinse a rezultat că durabilitatea și siguranța în exploatare a rețelelor de distribuție a gazelor naturale realizate din polietilenă este determinată în primul rând de:

- factorii umani - erori în proiectare și/sau nerespectarea prevederilor reglementărilor tehnice privind proiectarea, execuția și exploatarea rețelelor de gaze naturale;

Cercetările efectuate arată că majoritatea covârșitoare a defecțiunilor a conductelor de gaze naturale îngropate apar din cauza unei instalări incorecte, mai degrabă decât a unei conducte defectuoase. Există două moduri principale de defectare: deteriorarea directă la impactului cu materialul de umplutură în lipsa nisipului pentru protejarea ei.

Conductele îngropate, în special cele din polietilenă sub presiune, trebuie să fie stabilizate și susținute de o combinație de umplutură construită din nisip și soluri înconjurătoare. Nerespectarea acestui fapt duce la grade diferite de defecțiune a sistemului, cum ar fi ruptura și ovalizarea.

La respectare condițiilor de îngropare a conductelor, chiar și obiectele foarte ascuțite, cu o greutate mare aplicată lor, vor penetrarea foarte greu stratului de nisip pentru a afecta suprafața conductei.

- îmbătrânirea materialului polimeric - a conductelor și fittingurilor din polietilenă.

Îmbătrânirea materialului polimeric este un proces complex care are loc sub acțiunea factorilor de stres specifici ce acționează concertat, simultan și sinergic asupra conductelor și fittingurilor din polietilenă în timpul:

- manipulării (transportului și îngropării):
 - mecanic - asperizări și/sau zgârieturi, tensionări prin îndoire etc.;
 - contact accidental cu produse petroliere și/sau solvenți organici.
- a depozitării:
 - expunerea la intemperii atmosferice;
 - expunere la radiațiile solare în spectrul IR și UV

- a exploatării:

- mecanic - șocuri și vibrații generate de traficul rutier, tensionări mecanice datorate tasării terenului, deplasărilor / alunecărilor de teren și/sau a dilatărilor/contractărilor termice;

- agresivitatea chimică și microbiologică a solului - prezența oxigenului și a poluanților organici din sol, flora microbiologică a solului.

Caracteristicile funcționale ale polietilenei se modifică substanțial în urma îmbătrânirii respectiv datorită proceselor termooxidative (a ruperii lanțurilor carbonice) și a penetrării hifelor miceliene pe de o parte scade elasticitatea și rezistența mecanică (crește riscul ruperilor) iar pe de altă parte crește permitivitatea/difuzivitatea gazului prin pereții conductelor ceea ce duce la scăpări necontrolate de gaze naturale și formarea de medii explozive, cu toate implicațiile aferente.

Bibliografie

1. Ladislau Radermacher, Adriana-Mariana Borș, Dániel Lingvay, Nicoleta Oana Nicula (Butoi), Andreea Voina⁴, Dorian Marin Sustainable and Safe in Exploitation of Gas Networks. Part 1. Stress Factors of Plastic Pipelines, EEA - Electrotehnica, Electronica, Automatica vol. 66(4), 2018. pp. 66-72
2. Voina, A., Niță, P., Luchian, A.-M., Lingvay D., Butoi N., Borș, A.-M., Lingvay, I., Behaviour in exploitation of some buried pipelines insulated with heat applied polyethylene foil - case analysis, EEA - Electrotehnica, Electronica, Automatica vol. 65(2), 2017. pp. 60-65
3. Eduard Marius Lungulescu, Iosif Lingvay, Livia Carmen Ungureanu, Traian Rus, Adriana Mariana Bors, Thermooxidative Behavior of Some Paint Materials in Natural Ester Based Electro-insulating Fluid, Materiale Plastice, Vol. 55 (2), 2018. pp. 201-206
4. B. Nowak, J. Pajak, J. Karz, chapter “Biodegradation of Pre-Aged Modified Polyethylene Films”, in Physics - Scanning Electron Microscopy, Editor: V. Kazmiruk, InTech, Rjeka, Croatia, 2012, pp. 643-670.
5. S. Labuzek, B. Nowak “Biodegradation of an aged composite of polyethylene with a synthetic polyester”, in Polymery Vol. 51(1), 2006, pp. 27-32
6. J. Pajak, B. Nowak, S. Labuzek “Biodegradation of polyethylene film in the presence of fungi and in soil”, in Biotechnologia, vol. 4, 2003, pp. 214-227.
7. Elena Radu, Sorina Mitrea, Delia Pătroi, Andreea Voina, Hermina Moscaliuc, Iosif Lingvay, Biocorrosion and biodeterioration of some materials used in electrical engineering, 978-1-5090-1249-7/16/\$31.00©2016 IEEEExplore, DEMISEE 2016, DOI: 10.1109/DEMISEE.2016.7530483 pp. 38-43
8. J.A. Gaunt, F. Mao, S.K. Ong, “Performance of plastic pipes and pipe gaskets in hydrocarbon contamination field experience and laboratory studies”, AWWA ACE Conference, June 11 – 14, 2006. San Antonio, TX.
9. F. Mao, J.A. Gaunt, S.K. Ong, “Permeation of petroleum-based aromatic compounds through polyethylene pipes under simulated field conditions”, AWWA ACE Conference, June 11 – 14. 2006, San Antonio, TX.
10. Lingvay, D., Borș, A.G., Borș, A.-M., Electromagnetic pollution and its effects on living matter, EEA - Electrotehnica, Electronica, Automatica, vol. 66(2), 2018. pp. 5-11.
11. Dalia Sandu, Iosif Lingvay, Szabolcs Lányi, Dan Doru Micu, Claudia Laurenția Popescu, Jürgen Brem, László Csaba Bencze, Csaba Paisz, The effect of electromagnetic fields on baker's yeast population dynamics, biocatalytic activity and selectivity, Studia Universitatis Babes-Bolyai, Chemia, vol. LIV, 4, 2009, pp.195-201.

12. C. Stancu, M. Lingvay, I. Szatmári, I. Lingvay, „Influence of 50 Hz Electromagnetic Field on the Yeast (*Saccharomyces Cerevisiae*) Metabolism,” in: The 8th International Symposium on Advanced Topics in Electrical Engineering, Bucharest, Romania, May 23-25, 2013. CD Proceedings ISBN 978-1-4673-5978-8, IEEE Catalog Number CFP1314P-CDR, <http://ieeexplore.ieee.org>.
13. Mateescu, C., Caramitu, A., Marin, D., Butoi, N., Methanogens stimulation in electric fields for frequencies in range of 0.1-500 Hz, EEA - Electrotehnica, Electronica, Automatica, vol. 65(1), 2017. pp. 67-71.
14. Mónica Lingvay, Cristina Stancu, Ilona Szatmári, Iosif Lingvay The influence of 50Hz electric field to dielectric permittivity of yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) suspensions Eea - Electrotehnica, Electronica, Automatica, vol. 61 (2013), Nr. 1. pp. 43- 47.
15. Elena RADU, D. Lipcinski, N. Tănase, I. Lingvay, “Influența câmpului electric de 50Hz asupra dezvoltării culturilor de *Aspergillus niger*” The influence of the 50 Hz electric field on the development and maturation of *Aspergillus niger*, EEA- Electrotehnica, Electronica, Automatizări, Vol. 63, Nr. 3, 2015, pp. 68-74.
16. Iosif Lingvay, Carmen Lingvay, Andreea Voina, Impact of the anthropic electromagnetic fields on electrochemical reactions from the biosphere, Revue Roumaine des Sciences Techniques série Électrotechnique et Énergétique, Tome 53, 2008, No 2bis, Avril-Juin, pp.85-94.
17. Ilona Szatmari, Monika Lingvay, Liana Tudosie, Anca Cojocar, Iosif Lingvay, Monitoring Results of Polyethylene Insulation Degradability from Soil Buried Power Cables, REV. CHIM. (Bucharest) ♦ 66 ♦ No. 3 ♦ 2015. pp. 304 – 311.
18. Lingvay József, Szatmári Ilona, Lingvay Mónica, Tudosie Liana, Underground power cables ageing. Case study – results of 5 year monitoring”, in: Korrozíós figyelő, Vol. LIII (3) 2013. pp. 71 – 80.
19. Ilona Szatmári, Mónica Lingvay, Crinel Vlădoi, Iosif Lingvay, Influența factorilor de mediu asupra procesului de îmbătrânire a cablurilor subterane de energie: studiu de caz, EEA - Electrotehnica, Electronica, Automatica, vol. 61 (2013), Nr. 4. pp. 48- 55.
20. Lingvay József, Groza Claudia, Lingvay Carmen, Csuzi István, The microbiological damages of polyethylene used in urban grids, Korrozíós figyelő, vol. 49, 3, 2009 pp. 31-37.
21. Spafiu, P.C., Lingvay, D., Matei, G., "Study of the influence of some ordinary electric consumers on power quality", in. Electrotehnica, Electronica, Automatica (EEA), 2017, vol. 65 (1), pp. 24-30.
22. Matei, G., Lingvay, D., Spafiu, P.C., Tudosie, L.M., "Electric consumers influence on power quality - Case analysis", in Electrotehnica, Electronica, Automatica (EEA), 2016, vol. 64 (4), pp. 52-58.
23. Bors, A.M., Butoi, N., Caramitu, A.R., Marinescu, V., Lingvay, I., The thermooxidation and resistance to moulds action of some polyethylene sorts used at anticorrosive insulation of the underground pipelines, Materiale Plastice, vol. 54(3), 2017. pp. 447-452.
24. <https://stirileprotv.ro/stiri/actualitate/sentinta-definitiva-in-cazul-dublei-explozii-din-sighetul-marmatiei-vinovatii-au-scapat-de-inchisoare.html>
25. <https://www.mediafax.ro/social/doua-explozii-intr-o-discoteca-din-sighetu-marmatiei-17-oameni-au-fost-raniti-un-pompier-in-stare-critica-video-9247707>
26. <http://www.ziare.com/stiri/explozie/clintelismul-care-ucide-1152745>
27. <https://ro.wikipedia.org/wiki/Polietilen%C4%83>

Influența configurației și structurii rețelei rutiere asupra siguranței în circulație

Roman (Popușoi) Angela,

doctorand, Facultatea de Construcții și Instalații Iași, angela374@mail.ru

Rezumat

În această lucrare sunt expuse rezultatele cercetărilor efectuate asupra nivelului de influență a configurației și structurii rețelei rutiere asupra siguranței în circulație, influența echipamentului rutier asupra siguranței în circulație, influența caracteristicilor suprafeței de rulare asupra siguranței în circulație. Drept rezultat al cercetărilor au fost enunțate concluzii și s-au propus anumite recomandări.

Cuvinte cheie: traumatism, accident rutier, trafic, siguranța rutieră, rețeaua stradală, configurația rețelei rutiere.

1. INTRODUCERE

Traumatismele cauzate de accidente rutiere prezintă un pericol major pentru populație, amenințând viața și sănătatea omului, cauzând frecvente infirmități fizice și considerabile prejudicii social-economice, fiind una din problemele prioritare medico - sociale. Circulația pe drumurile publice este o activitate complexă cu adânci implicații în viața oamenilor. De aceea se acționează permanent, prin toate mijloacele, ca aceasta să se desfășoare în condiții de deplină siguranță atât pentru viața cetățenilor -de la cei mai mici, până la cei mai mari- cât și pentru integritatea bunurilor materiale. Aglomerația, ambuteiajele, intersecțiile blocate, agresivitatea, tinerii rebeli la volan, pietonii neatenți, poluarea fonică, mașinile parcate neregulamentar, toate definesc traficul contemporan în care nimeni nu pare să mai respecte normele. Din nefericire, toate aceste probleme se reflectă în numărul foarte mare de accidente rutiere. Dintre toate accidentele din domeniul transporturilor, evenimentele rutiere fac anual cele mai multe victime.

Aceste aspecte evidențiază necesitatea cercetărilor dezvoltate în această lucrare, care vizează identificarea cauzelor accidentelor de circulație grave și dezvoltarea unor metode care să conducă la determinarea celor mai adecvate metode pentru ameliorarea siguranței circulației și reducerea riscului asociat traficului rutier.

2. METODOLOGIA CERCETĂRII

2.1. Suportul metodologic și teoretico-științific

Drept bază metodologică a studiului au servit activitățile desfășurate de către cercetătorii internaționali din domeniu. Se face o axare pe doctrine, teorii, legi, politici, strategii. Cercetarea se bazează pe un sistem complex de metode științifice, procedee, tehnici, reguli, principii și instrumente potrivite. Investigațiile se bazează pe lucrări elaborate de către cercetători notorii, cum ar fi: William Haddon Jr., Bruce D., Greenshields la Yale, Tingvall C, Haworth N., Brilon W., Blanke H., Carlsson A., Brude U., Khayesi M., Hummel T., Mutto M., Elvik R., Vaa T., Litman T., Hummel T., Tiwari G., Hijar M. .

Activitatea de evaluare a stării drumurilor și a condițiilor siguranței rutiere de pe rețeaua de drumuri este prima și posibil cea mai importantă activitate din cadrul activităților de siguranță rutieră. Fără o evaluare corectă a tuturor condițiilor existente pe un sector de drum, soluțiile ulterioare pentru siguranța rutieră pot fi incomplete, eronate sau imposibil de elaborat.

2.2. Influența configurației și structurii rețelei rutiere asupra siguranței în circulație

Studii efectuate în timp asupra accidentelor rutiere de către Kang.J. [1] au pus în evidență o serie de conexiuni între riscul producerii acestora și elementele geometrice ale drumurilor, formulându-se următoarele concluzii:

- proporția accidentelor este de 1,5 până la de 4 ori mai mare în curbe decât în aliniament;
- pe drumurile secundare din mediul extraurban, care sunt proiectate prin respectarea mai puțin exigentă a normelor în vigoare, cea mai mare parte a accidentelor rutiere se produce în curbe (60-70%);
- aproape 60% din accidente rutiere care se produc în curbe implică un singur vehicul, care de regulă părăsește traseul ;
- accidente rutiere se produc mai ales la extremitățile curbilor, întrucât manevra declanșatoare se produce fie la intrarea, fie la ieșirea din curbă;
- reducerea vitezei în curbă sporește riscul de producere a accidentelor rutiere, tocmai prin faptul că șoferul este obligat să reducă viteza.

Probabilitatea de eroare în aprecierea înscrierii pe traseu conduce la producerea unui accident (încălcarea benzilor, derapaj, părăsirea părții carosabile etc.). Fenomenul se amplifică și mai mult dacă reducerea vitezei este neprevăzută și bruscă (curbă strânsă, izolată). Drumurile se proiectează pe baza unui parametru important numit viteză de proiectare (de referință sau de bază). Viteza de proiectare este viteza maximă ce trebuie asigurată unui autoturism în punctele cele mai dificile ale traseului astfel încât circulația să se desfășoare în condiții de maximă

siguranță și confort, presupunând că starea suprafeței este bună și condițiile climatice favorabile [2].

Dinamica accidentului rutier în curbă.

Dinamica autovehiculelor rutiere conține o formulă care nu întotdeauna este explicată în învățământul de specialitate (școli de șoferi):

$$X_{\max} = \varphi \times G_a \quad (1)$$

în care:

$X_{\max}$ - este forța de aderență

φ – coeficientul de aderență în funcție de calitatea carosabilului, condițiile meteo, tipul și uzura anvelopei, presiunea din pneuri, viteza de rulare etc.

G_a – greutatea automobilului

Pentru exemplificare:

$\varphi_{\max} = 0,70-0,80$ – carosabil din beton uscat;

$\varphi_{\max} = 0,50-0,60$ – carosabil din beton umed;

$\varphi_{\max} = 0,50-0,60$ – carosabil din asfalt lustruit uscat;

$\varphi_{\max} = 0,35-0,45$ – carosabil din asfalt lustruit umed.

Aplicația este simplă: organele de decizie stabilesc în Moldova viteza maximă de circulație pe autostrăzi $V_{\max} = 130$ km/h pe carosabil cu asfalt uscat și $V_{\max} = 80$ km/h pe carosabil cu asfalt umed (când plouă). Corelația este evidentă: datorită reducerii coeficientului de aderență, a fost scăzută viteza de deplasare. În Moldova, peste 50% dintre participanții la trafic nu respectă obligativitatea de reducere a vitezei pe carosabil umed, deși acest lucru este impus de legiuitor. Nici cei abilitați să verifice viteza în trafic când plouă sau cei abilitați să mediatizeze acest lucru nu o fac pentru că este mai greu de realizat o interceptare radar pe ploaie sau de realizat o transmisie TV pe ploaie. Formula (1) poate fi analizată în plan longitudinal, ca aderență longitudinală X_r (pentru o roată) și în plan transversal, ca aderență transversală Y_r (pentru o roată). Rezultanta celor două reacțiuni nu poate depăși aderența roții decât cu riscul apariției alunecării laterale a roții:

$$\varphi \times G_r \geq \sqrt{(X_r^2 + Y_r^2)} \quad (2)$$

unde: G_r este greutatea pe o roată.

Limita superioară a forței de ghidare:

$$X_{r\max} = \sqrt{(\varphi \times G_r)^2 - Y_r^2} \quad (3)$$

În consecință, roțile motoare sau frânate au o capacitate de ghidare mai redusă decât roțile libere. Posibilitățile de propulsie sau de frânare a roților scad pe măsura apariției unor forțe transversale (forțe centrifuge în viraj, vânt lateral) sau posibilitățile de virare scad dacă accelerăm sau frânăm.

Studiu de caz: un autoturism se deplasează într-o curbă la dreapta. În acest caz, forța centrifugă acționează spre exteriorul curbei, deci spre stânga. Apare forța de

ghidare laterală $Y_{\max}$. Dacă forța centrifugă este mai mare decât forța de ghidare laterală maximă, autoturismul derapează spre exteriorul virajului. Dacă conducătorul auto accelerează sau frânează în viraj, tendința de derapare crește. Forța centrifugă este direct proporțională cu pătratul vitezei V și invers proporțională cu raza curbei R . Dacă conducătorul auto accelerează sau frânează în viraj, tendința de derapare crește proporțional cu pătratul vitezei V , invers proporțional cu raza curbei R și proporțional cu aderența. Dacă conducătorul auto accelerează sau frânează în viraj pericolul producerii accidentului se amplifică.

Ce trebuie să facă un conducător auto când se apropie de o curbă pentru a preveni deraparea laterală: conducătorul auto trebuie să reducă viteza înainte de intrarea în curbă pentru a parcurge curba în siguranță fără să derapeze lateral, în curbă trebuie să nu frâneze și să nu accelereze, iar la ieșirea din curbă poate să revină la viteza maximă de deplasare pe sectorul de drum. Dacă carosabilul este umed, tendința de derapare crește cu peste 50 %, deci viteza trebuie redusă cu 50 % înainte de curbă față de o deplasare pe carosabil uscat.

Ce face legiuitorul: legiuitorul semnalizează că viteza maximă pe autostradă pe carosabil umed este de 80 km/h față de 130 km/h pe carosabil uscat și semnalizează curbă periculoasă sau deosebit de periculoasă prin indicatoare rutiere. Legiuitorul semnalizează și trebuie să verifice respectarea vitezei.

Ce fac:

a) Ministerul Transporturilor și Infrastructurii Drumurilor:

- proiectează drumuri în curbă cu rază cât mai mare și cu înclinare transversală a căii de rulare;
- montează parapete pe exteriorul curbelor pentru a limita părăsirea carosabilului la depășirea aderenței transversale;
- semnalizează corespunzător curbele;
- introduce sisteme vibratoare transversale etc.

b) Constructorii de automobile: echipează automobilele cu sistem A.B.S., sistem care, la o frânare la limita blocării roții, când reacțiunea longitudinală devine maximă, deblochează automat sistemul de frânare, deși conducătorul auto este cu piciorul pe frână, autoturismul păstrându-și capabilitatea de direcție; În acest moment ne întoarcem la statistică: în anul 2011, în funcție de caracteristica drumului, avem 1 495 accidente grave în curbă din 9 290 accidente, adică cel mai mare număr de accidente în funcție de caracteristica drumului în Republica Moldova. [3]

2.3. Influența echipamentului rutier asupra siguranței în circulație

Drumuri care „iartă” – importanța zonei de siguranță.

S-a constatat faptul că accidentele de circulație au cauze diferite, în funcție de mediul în care acestea s-au produs. Astfel, dacă pe drumurile din afara localității pe primele locuri se situează viteza neadaptată la condițiile de circulație, conducerea imprudentă și depășirea neregulamentară, în mediul urban principalele cauze sunt

cu totul altele, respectiv traversarea neregulamentară sau neacordarea priorității, atât pietonilor, cât și vehiculelor.

Mediul rural reprezintă, din punct de vedere al cauzalității, o combinație între celelalte două categorii, reunind atât cauzele specific accidentelor produse în mediul urban, cât și ale celor produse în afara localității. Această situație este determinată în primul rând de faptul că, în România, foarte multe localități rurale sunt traversate de drumuri naționale sau europene, cu trafic intens.

Zonele urbane sunt mult mai complexe decât cele rurale sau extraurbane și din această cauză în perimetrul lor au loc majoritatea accidentelor rutiere. Metoda cea mai adecvată de a aborda accidente din aceste zone este tratarea punctelor negre prin diverse măsuri standard de siguranță rutieră, dând naștere astfel unui nou concept în domeniul siguranței rutiere, “Drumuri care iartă”.

Un drum care iartă este definit ca fiind un drum proiectat și construit astfel încât să permită conducătorilor auto să greșească, dar în același timp consecințele acțiunilor lor să aibă un impact minim asupra siguranței și să aibă posibilitatea să se redreseze și să recapete controlul autovehiculului.

Mediul rutier care iartă presupune o metodă utilă de a scădea numărul accidentelor rutiere ce țin de erorile conducătorilor auto, mai ales că se estimează faptul că acestea reprezintă cauza principală care stă la baza a peste 80% din accidente. Mai precis, 25-30% din accidentele soldate cu decese sunt datorită elementelor fixe din preajma drumului (copaci, stâlpi), prin părăsirea părții carosabile datorită pierderii controlului volanului.

Mediul rutier care iartă poate preveni aceste tipuri de accidentări și chiar să reducă gravitatea consecințelor lor [4].

Prin aplicarea unei singure măsuri, sau a unui grup de măsuri, putem transforma un punct negru din rețeaua rutieră într-un drum care iartă.

O cauză foarte frecventă a accidentelor este existența obstacolelor de-a lungul drumului. Acestea "nu iartă" greșelile de conducere de tipul părăsirii părții carosabile, care pot să apară din motive precum adormitul la volan, dar și din încercarea de a evita o coliziune frontală cu alt vehicul sau evitarea accidentării unui animal aflat pe drum. Aceste "ziduri" amplasate foarte aproape de carosabil modifică incidența accidentelor.

Dispozitive pentru colectarea apelor.

Dispozitivele de colectare a apelor pluviale sunt un element esențial al proiectării oricărui drum care nu se află în rambleu, fiind necesare pentru majoritatea căilor de comunicații. Acestea sunt proiectate pentru a colecta cantitatea preconizată de ape pluviale, dar adesea pot fi periculoase pentru vehiculele ce părăsesc partea carosabilă. Așadar, trebuie să se acorde o atenție adecvată caracteristicilor de siguranță a facilităților de scurgere la momentul proiectării sau îmbunătățirii drumurilor.



Fig. 1. Dispozitive periculoase pentru colectarea apelor pluviale

Dezvoltarea unor dispozitive de colectare a apelor care pot face față cantităților preconizate de precipitații, dar în același timp să nu creeze condiții de nesiguranță utilizatorilor traficului, nu reprezintă o sarcină ușoară, dar înseamnă un compromis necesar (figura 1).

Parapete de protecție.

În multe din accidentele produse pe drumurile pe care se circulă cu viteză ridicată sunt implicate vehicule care părăsesc carosabilul și intră în coliziune cu obstacole periculoase precum copaci, reazeme de pod sau ramblee înalte.

Riscul acestor tipuri de accidente poate fi redus semnificativ, cu aproximativ 70% conform unor studii realizate la nivel internațional [5] prin utilizarea de parapete sau bariere de siguranță.

Scopul parapetelor de protecție este de a reduce riscul de accidentare și de a absorbi forța de impact, pentru a proteja conducătorii auto și pasagerii din vehicule împotriva accidentelor grave, însă pot fi introduse și pentru a proteja facilitățile aflate pe marginea părții carosabile împotriva impactului.

Separatoare de sens.

Barierile mediane sunt în principal folosite la separarea circulației în direcții opuse pentru a preveni coliziunile frontale și pentru a ordona traficul, pe cel al vehiculelor cât și pe cel al pietonilor. Trebuie făcută distincție între medianele folosite pentru ghidarea direcțională în administrarea traficului și barierele de siguranță.

Cele din a doua categorie trebuie să aibă o construcție mai solidă, întrucât funcția lor este de a redirecționa vehiculele care tind să treacă peste zona mediană și să absoarbă cât mai mult din energia cinetică în timpul coliziunii. O barieră de siguranță trebuie să aibă minim 600 mm în înălțime, iar acolo unde medianele sunt prevăzute doar pentru ghidare, acestea pot fi doar borduri înălțate sau bariere joase. Implicațiile din punct de vedere al siguranței sunt acelea că se evită astfel coliziunile frontale între fluxurile de sens opus, iar pietonii sunt încurajați să utilizeze zonele special amenajate pentru traversare sau să aleagă alte puncte mai sigure pentru efectuarea traversării.

Semnalizare rutieră orizontală.

Marcajele rutiere au rolul de a controla mișcarea vehiculelor în situații posibil riscante, de a avertiza, ghida sau informa conducătorii auto. Realizate

corespunzător, acestea reprezintă un câștig imens atât pentru sectoarele de drum urbane, cât și pentru cele interurbane.

Marcajele rutiere ghidează și ajută conducătorul auto să negocieze punctele de conflict și din acest motiv ele trebuie să fie amplasate cât mai corect pentru a asigura un mod sigur și rapid de efectuare a manevrelor, expunându-l la riscuri minime. Standardele naționale trebuie să fie dezvoltate de autoritatea de drumuri din fiecare țară, în mod ideal prin adaptarea convențiilor ONU. Acestea trebuie să fie distribuite pe scară largă tuturor autorităților locale pentru a asigura coerența în marcaje și indicatoare de-a lungul drumului.

Semnalizare rutieră verticală.

Dispozitivele standard de control al traficului ajută conducătorii auto să evalueze o situație necunoscută, astfel încât aplicarea uniformă și proiectarea adecvată a indicatoarelor au rolul de a reduce timpul de care au nevoie participanții la trafic să recunoască și să înțeleagă mesajul și să-și aleagă traseul pe care doresc să-l parcurgă, fără a ezita. În mod ideal, sensul mesajului sau simbolul trebuie să fie evidente pentru conducătorul auto dintr-o privire, astfel încât atenția lui să nu fie distrasă de la alte observații, precum activitatea de conducere și de luare a deciziilor.

În cazul în care conducătorul auto este pus față în față cu mai multe situații complexe, în același timp sau într-un interval de timp foarte scurt, poate fi atins un punct în care conducătorul auto nu poate procesa informațiile fără eroare.

Amplasarea corectă a indicatoarelor de circulație aduce o contribuție considerabilă la îmbunătățirea siguranței și a eficienței rețelei de transport. Acestea trebuie să fie concepute pentru a transmite mesaje clare și lipsite de ambiguitate pentru utilizatorii de drumuri, astfel încât să poată fi înțelese rapid și ușor. În țările avansate, indicatoarele rutiere sunt în conformitate cu reglementările și standardele în vigoare pentru a se asigura coerența lor în întreaga țară.

Dispozitive pentru întreținerea pe timp de iarnă.

Depunerile de zăpadă din perioada iernii sunt o consecință a viscozelor, cât și a ninsorii. Lucrările de întreținere ale infrastructurii din această perioadă a anului vizează menținerea la standarde adecvate a calității carosabilului, a mijloacelor de semnalizare (indicatoare și marcaje), cât și a zonei de lângă partea carosabilă.

2.4. Influenta caracteristicilor suprafeței de rulare asupra siguranței în circulație

Calitatea suprafeței drumului influențează esențial condițiile de trafic. Desfășurarea circulației în condiții de siguranță este influențată de modul în care se realizează contactul pneu-carosabil. Lipsa unui contact permanent al pneurilor cu suprafața de rulare reduce posibilitățile de manevră și frânare și poate genera evenimente rutiere nedorite.

Rugozitatea, planeitatea și impermeabilitatea suprafeței carosabile sunt absolut indispensabile, ele asigurând confortul și siguranța circulației.

Gropile, văluririle, refulările, pragurile, peladele, suprafețele șlefuite, marginile deteriorate și acostamentele în proastă stare sunt doar o parte din factorii care participă la pierderea controlului vehiculului și la producerea derapajului. Reparația gropilor este esențială din punct de vedere al siguranței circulației rutiere. Nu există statistici ale accidentelor cauzate de gropi, dar se crede a fi cauza majoră a accidentelor care au loc la viteze mari, mai ales pentru vehiculele pe două roți. Gropile sunt riscante, pe de o parte la impact, pe de altă parte atunci când se încearcă evitarea lor.

Rugozitatea.

Rugozitatea este proprietatea suprafeței carosabile de a prezenta asperități. Astfel se asigură stabilitatea vehiculelor în mișcare, prin realizarea unei aderențe cât mai bune între pneu și cale.

Problema realizării unor suprafețe rugoase și menținerea acestei rugozități un timp cât mai îndelungat devine din ce în ce mai importantă, pe măsura creșterii intensității traficului și a vitezei de circulație (figura 2).

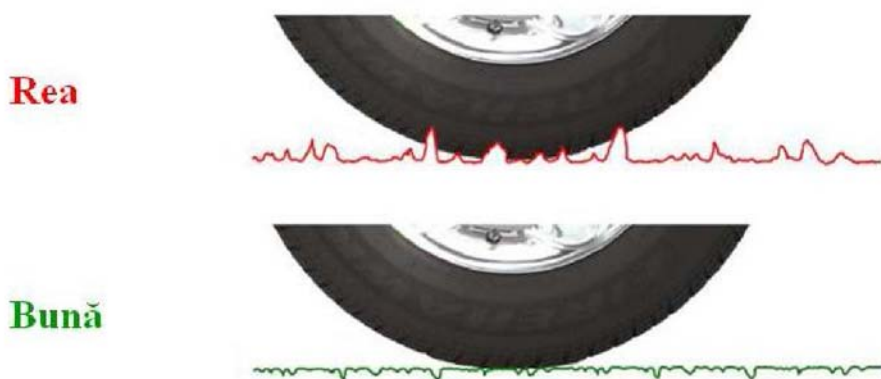


Fig. 2. Rugozitatea suprafeței de rulare.

Elemente ale texturii suprafeței carosabile. Este cunoscut faptul că există o serie de factori ce țin de textura suprafeței carosabile, factori care joacă roluri diferite în procesul de îmbunătățire a rezistenței la alunecare. Ceea ce diferențiază acești factori este scara texturii, după cum urmează [6]:

- micro textura;
- macro textura;
- mega textura;
- neuniformitatea.

Micro textura suprafeței carosabile este definită ca ansamblul de asperități a căror dimensiune verticală este inferioară sau egală cu 0,5 mm. Aceasta reprezintă proprietatea suprafeței granulelor minerale de a fi rugoase (cu asperități) și este influențată de rezistența la șlefuire a agregatului. Ea determină nivelul maxim de

aderență ce poate fi obținut la viteză redusă și din această cauză este adesea descrisă ca parametru de frecare la mică viteză.

Macro textura este definită ca ansamblul de asperități a căror dimensiune verticală este cuprinsă între 0,50 și 50 mm. Ea rezultă din prezența agregatelor grosiere în îmbrăcămintă, permite scurgerea apei situate la interfața pneu - îmbrăcămintă și determină gradul de reducere a aderenței în funcție de creșterea vitezei. Macro texturile peste 0,8 mm sunt foarte bune.

Unii cercetători susțin că micro textura are o influență mult mai mare asupra rezistenței la rulare, față de macro textură.

Mega textura reprezintă gradul de netezime al suprafeței și este definită ca ansamblul de asperități a căror dimensiune verticală este cuprinsă între 50 și 500 mm.

Neuniformitatea reprezintă intervalele lungi de denivelări care produc pierderea contactului pneu - carosabil și este definită ca ansamblul de asperități a căror dimensiune verticală depășește 500 mm.

3. CONCLUZII ȘI RECOMANDĂRI

Lipsa măsurilor de siguranță rutieră este percepută ca „trafic agresiv” atât de conducătorii auto cât și de ceilalți participanți la trafic (pietoni, bicicliști etc.)

Simptomele traficului agresiv percepute de un conducător auto sau alt participant la trafic pot fi următoarele:

- limitarea libertății de mișcare în trafic,
- senzația de dezordine percepută de participanții la trafic,
- apariția frecventă a incidentelor care pot duce la producerea de accidente rutiere,
- timpi de transport mari,
- blocaje în trafic, chiar și în cazul unor volume de trafic fără valori crescute.

Zone și factori care stimulează producerea accidentelor rutiere:

- trafic mixt și lipsa separației între fluxul de trafic cu viteză redusă și traficul standard motorizat,
- viteza excesivă pe sectoarele de drum reabilitate,
- utilizarea materialului granular local,
- cu proprietăți de aderență slabe, în compoziția stratului asfaltic de uzură,
- obstacole masive pe acostamentul drumului, ca de exemplu copaci,
- coronamentul podețelor,
- secțiuni transversale periculoase pe drumurile proaspăt reabilitate,
- neglijarea nevoilor pietonilor în special în satele liniare,
- elemente defectuoase ale traseelor pe sectoare de drum existente sau reabilitate,
- lipsa benzilor de viraj la stânga în intersecții,
- lipsa elementelor optice de ghidare, care ar ajuta conducătorii auto să se orienteze, în special pe timp de noapte.

Participanții la trafic sunt responsabili pentru respectarea regulilor de circulație din sistemul de transport stabilite de proiectanții acestuia.

Dacă participanții la trafic (utilizatorii drumului) nu reușesc să respecte aceste reguli de circulație datorită necunoașterii, ignorării lor sau inabilității conducătorilor auto în a se conforma acestor reguli, sau pur și simplu dacă apar accidente, proiectanții au obligația să ia toate măsurile necesare pe viitor pentru a împiedica apariția accidentelor grave sau pierderile de vieți omenești.

Cerințele de siguranță rutieră privind planificarea, proiectarea, construcția, întreținerea și folosirea echipamentelor sunt (sau trebuie să fie) cuprinse în standarde și specificații tehnice aplicabile pe drumurile publice.

Cu toate acestea, măsurile de construcții rutiere aplicate sunt frecvent în situația în care nu exploatează în totalitate sau deloc posibilitățile de proiectare în domeniul siguranței rutiere în concordanță cu noile norme tehnice dezvoltate la nivel European.

Un nivel ridicat al siguranței rutiere poate fi de cele mai multe ori rezultatul unei stări de echilibru între diferitele interese pe care acel sector de drum trebuie să le satisfacă. În mod ideal un drum trebuie să satisfacă cererea de transport rutier existent pe acel sector, să ofere siguranța în transport și să aducă un prejudiciu minim pentru mediul înconjurător.

Bibliografie

1. Kang, J., „Urban Sound Environment, Taylor and Francis Group”, London and New York, 2007, p.305
2. Răcănel C., Diaconu E., Dicu M., „Căi de comunicații rutiere-principii de proiectare”, 2006
3. Balmuș Victor, Muntean Valeriu, „Elemente de drept polițienesc”, Chișinău, Tipografia A.Ș.M., 2006, p. 240
4. Evangelos B., Evangelia G., „Towards Forgiving and Self-Explanatory Roads”, 2011
5. PIARC Tehnical Committee on Road Safety, „Road SafetyManual”, 2003
6. HD36/06: „Surfacing materials for new and maintenance construction’, Standard from Design Manual for Roads and Bridges, 2006

Construcții hidrotehnice din pământ – soluții de consolidare

Sbîrlea Cătălin,

doctorand, Facultatea de Construcții și Instalații Iași,
catalin.sbirlea@tuiasi.ro

Rezumat

Supravegherea construcțiilor hidrotehnice în exploatare este necesară pentru a determina din timp defecțiunile și avariile care pot apărea în scopul intervenției rapide pentru a le remedia, evitând astfel dezastrele. Necesitatea cunoașterii și a cercetării continue a tehnicilor de execuție, precum și folosirea de materiale de construcție performante prin care se vor reduce costurile de întreținere pe termen lung, în consolidarea și reabilitarea construcțiilor hidrotehnice existente, reprezintă unele dintre temele principale de studiu și analiză la nivel mondial. În acest articol se vor prezenta atât soluțiile utilizate în prezent, cele mai noi tehnici folosite în ecranarea impermeabilă a taluzurilor din amonte a barajelor din pământ cât și nevoia cunoașterii acestora.

Cuvinte cheie: construcții hidrotehnice, baraj, taluz

1. INTRODUCERE

Barajele, lucrările hidrotehnice, necesită investiții importante în construcția lor, acestea având o durată de viață foarte lungă. Supravegherea execuției acestora, a comportării la prima punere sub sarcină și pe toată durata exploatării, reprezintă garanția siguranței lor și a prevenirii unor accidente care pot deveni catastrofe [1]. Datorită faptului că aceste construcții hidrotehnice sunt lucrări care au funcțiunea principală de protecție, putem spune că au un impact semnificativ asupra societății. Cedarea acestora afectează activitățile din zonă, așezările și viețile oamenilor. Din acest considerent siguranța construcțiilor hidrotehnice reprezintă un aspect foarte important de care trebuie să se țină cont în toate etapele de realizare: proiectare, execuție și exploatare. În ultima perioadă, tehnica de execuție a făcut progrese considerabile, iar materialele folosite, sub aspectul calității, sunt superioare.

2. TIPURI DE CONSTRUCȚII HIDROTEHNICE DIN PĂMÂNT

2.1 Baraje din pământ

Statistic, în lume, cele mai multe accidente sunt întâlnite la barajele realizate din pământ, aproximativ 69% [3]. Din punct de vedere a categoriei de importanță găsim un număr de 181 de baraje și lacuri de acumulare din categoria de importanță A și B, respectiv 2.002 din categoria de importanță C și D, gestionate de 11 administrații bazinale de apă [4]. Cele mai multe baraje de pământ se regăsesc în bazinul hidrografic Prut – Bârlad, aflate în gestiunea Administrației Bazinale de Apă Prut-Bârlad, unde sunt și cele mai multe accidente înregistrate, aproximativ 53% din numărul total de accidente produse în România, astfel se justifică orientarea cercetărilor spre barajele de pământ.

Cel mai mare baraj de pământ din zona Moldovei este Stânca - Costești, care are barajul principal din umpluturi de pământ, cu nucleu amonte din argilă, înălțimea maximă fiind de 43 m. În Registrul Român al Marilor Baraje, în prezent cu un total de 247 baraje, barajul Stânca-Costești, (figura1) se află pe locul 49 în ordinea înălțimii și pe locul 2 după volumul total al lacului de acumulare ($1,4 \text{ km}^3$, după Porțile de Fier), [2].



Fig. 1. Acumularea Stânca-Costești [17]

Un alt baraj de pământ care trebuie menționat, având o înălțime considerabilă, din arealul Administrației Bazinale de Apă Prut-Bârlad, este acumularea permanentă Pârcovaci, amplasată pe Bahlui, în aval de orașul Hârlău, care are înălțimea maximă de 25 m și o capacitate de retenție a apei de $9,4 \text{ milioane m}^3$ (figura 2).



Fig. 2. Acumularea Pârcovaci [16]

Un alt exemplu de baraj de pământ este acumularea Hălceni, care este al doilea ca și volum total de retenție a apei (41,1 mil m^3), din bazinul hidrografic Prut – Bârlad. Acesta are lungimea la coronament de 1013 m, o lățime de 5 m și o înălțime maximă de 10,5 m (figura 3).



Fig. 3. Acumularea Hălceni [16]

Monitorizarea riguroasă ca și inspecțiile vizuale efectuate de personal autorizat, la intervale scurte, pe durata unui ciclu hidrologic anual compl,et se realizează în vederea identificării din timp a unor comportări neprevăzute sau a unor deficiențe ce pot apărea la construcțiile hidrotehnice. Datele obținute din activitatea de

supraveghere continuă (verificarea generală a stabilității lucrării și a stării de eforturi, evaluarea funcționalității sistemului de etanșare și drenaj, detectarea fisurilor/crăpăturilor și determinarea cauzelor care le-au generat), precum și procesarea acestora în cel mai scurt timp din momentul identificării, pot duce la stabilirea celei mai bune soluții tehnice și bineînțeles la remedierea imediată fără a se ajunge la catastrofe.

Activitatea de urmărire a comportării în timp a construcțiilor se desfășoară conform actelor legislative și normelor în vigoare, printre care: Legea nr. 107/1996 - Legea apelor, O.U.G. nr. 244/2000, HG 273/1994, STAS 10100/0/75, STAS 2745/1990, STAS 7883/1990, Legea nr. 10/1995, P 130/1999, N.P. – 087/03 [21], [22], [23], [24], [25], [26], [27], [28], [14].

Barajele de pământ sunt baraje alcătuite dintr-o umplutură omogenă sau neomogenă de materiale locale (în special argile, dar și nisipuri, nisipuri argiloase, argile nisipoase și pietrișuri). Barajele de tip neomogen sunt cele mai răspândite, datorită posibilităților de adaptare la condițiile locale. Ca și în cazul barajelor de piatră, elementul de etanșare amplasat pe taluzul amonte poartă denumirea de ecran sau mască, iar cel amplasat în partea centrală a corpului poartă denumirea de nucleu sau sâmbure. Ecranele barajelor neomogene se execută cel mai adesea dintr-un material plastic format dintr-un strat de argilă, argilă nisipoasă sau turbă compactă. Ecranele rigide se execută din beton, beton armat, lemn sau metal (foarte rar), atunci când materialul de umplutură este foarte permeabil.

Condiții obligatorii în exploatare a barajelor de pământ:

să nu fie deversate; curba de infiltrații să fie poziționată cât mai jos cu putință; taluzul amonte să fie stabil la coborârea bruscă a nivelului; taluzurile aval și amonte să fie stabile în orice ipoteză de lucru; materialul trebuie dispus în corp, în așa fel încât să nu se producă infiltrații necontrolate, punctiforme, iar viteza trebuie ținută sub valorile la care apare fenomenul de antrenare a particulelor fine; să se adopte soluții corespunzătoare în ceea ce privește protejarea taluzurilor, la acțiunea valurilor sau a apelor meteorice [2].

În analiza făcută de International Commission on Large Dams, pe baza statisticilor privind accidentele survenite la baraje, se enumeră următoarele cauze cu privire la instabilitatea construcției [2]:

- acțiunea internă a apei (infiltrații, eroziuni);
- acțiunea apei la suprafață;
- dezagregări sau deteriorări datorită factorilor climatici sau chimici;
- deteriorarea drenajelor sau etanșărilor;
- îmbătrânirea materialelor de construcție.

2.2 Protecția taluzului la barajele din pământ

Taluzul este o suprafață înclinată cu pantă, în general, mai mare de 45°, realizată în special antropic, care mărginește un rambleu sau un debleu [11]. Într-o construcție hidrotehnică regăsim denumirea de taluz aval și taluz amonte. Accidentele la baraje se împart în două mari categorii:

- Accidentale: erori de proiectare și construcție; erori umane (nesupravegherea comportării construcției; neurmărirea prognozei hidrometeorologice; manevre forțate ale echipamentelor hidromecanice); explozii în vecinătatea barajelor (amplasarea depozitelor de substanțe explozive, cariere mine); acțiuni teroriste ; atacuri aeriene.

- Naturale: cutremure, alunecări de teren; infiltrații.

Cele mai multe accidente sunt datorate apariției sufoziei fizice, ce constă în deplasarea particulelor mici ale straturilor sub acțiunea apei de infiltrație. Prin antrenarea particulelor mici crește volumul porilor, implicit a permeabilității terenului. În consecință, cresc vitezele de infiltrație și sufozia se intensifică [3].

Plecând de la definiția cuvântului eroziune care reprezintă fenomenul de dislocare a malului/digului sub acțiunea agenților distructivi: apă curgătoare, valuri, gheață, agenți atmosferici, se poate detalia nevoia protejării taluzului amonte prin pereuri moderne din beton cu diferite materiale compozite și aditivi, utilizați împotriva infiltrării apei.

Îmbrăcămintea taluzurilor barajelor din pământ este singura care protejează materialul din corpul barajului de acțiunile factorilor externi, de aceea soluția folosită trebuie bine justificată din punct de vedere tehnico-economic.

Dacă în cazul taluzului aval este necesară o protecție împotriva șiroirii apelor meteorice prin păstrarea unui covor vegetal bine întreținut, în cazul taluzului din amonte, pentru a avea o soluție cât mai bună din punct de vedere tehnic și financiar, va trebui să luăm în considerare mai mulți factori: viteza și intensitatea vântului, înălțimea valurilor, nivelul normal de retenție, felul de comportare a acumulării în perioadele în care tranzitează viituri (viteza de revenire a nivelului la NNR, durata viiturilor etc.) [5].

Pentru a evita degradarea materialului din corpul barajului, în cazul de față argile, nisipuri, nisipuri argiloase, argile nisipoase și pietrișuri, prevenirea infiltrațiilor la nivelul taluzului, pentru a evita accidentele de orice natură, sunt necesare soluții și tehnici moderne care să fie avantajoase din punct de vedere tehnico-financiar.

3. SOLUȚII PENTRU IMPERMEABILIZAREA TALUZULUI AMONTE

3.1 Ecranele rigide la construcțiile existente

În România, cea mai folosită metodă împotriva protejării taluzului amonte se realizează de cele mai multe ori cu plăci și dale pentru pereuri, plăcile având diverse forme: dreptunghiulare, pătrate, hexagonale, în coadă de rândunică, trapezoidale. Grosimea plăcilor poate varia între 10 ÷ 60 cm, având dimensiunile în plan: 0,5 x 0,5 m; 1 x 1 m; 1,2 x 1,2 m ; dacă avem utilaje de manevrare de mare capacitate, se pot utiliza plăci prefabricate de dimensiuni mari : 3x2 m; 4x5 m [5].

Betoanele folosite în construcțiile hidrotehnice trebuie să corespundă condițiilor din STAS 6102-86, SR EN 206-1:2002, [18], [19] și trebuie să atingă performanțe standardizate pentru următoarele caracteristici:

- rezistența mecanică;
- rezistența la îngheț-dezghet;
- impermeabilitate;
- degajarea de căldură la întărirea betonului în elemente masive;
- omogenitatea betonului;
- rezistența la acțiunea agresivă a apei.

3.2 Perete anti-infiltrație

Înfiltrațiile sunt cauza principală care poate provoca sau amplifica un accident la un baraj. Peretele polimeric anti-infiltrație este o metodă de armare de tip nou pentru barajele de pământ. Studiul privind presiunea dinamică a solului din barajul de pământ cu perete polimer anti-infiltrație poate oferi o referință pentru proiectarea seismică a digurilor de pământ. Rezultatele arată că presiunea laterală a solului și presiunea verticală a pământului la barajul de împământare cu peretele de polimer anti-infiltrație sunt mai mici decât cele ale barajului de pământ cu perete anti-infiltrație din beton și concentrația de tensiuni se produce întotdeauna la marginea din aval a barajului cu polimer perete anti-infiltrație [6].

3.3 Folosirea betonului autovindecător în repararea fisurilor de suprafață și de adâncime

Altă noutate în domeniu este autovindecarea fisurilor apărute în beton prin utilizarea bacteriilor (BacllaFilla) prietenoase cu omul. Descoperirea a fost făcută de oamenii de știință olandezi [20]. Când betonul se fisurează, aerul și umezeala declanșează procesul prin care bacteria începe să roadă lactatul de calciu, pe care îl transformă în calcit, un ingredient al calcarului. Calcitul astfel format sigilează fisurile. Cu alte cuvinte betonul se poate vindeca singur, ca și corpul uman. Jonkers, unul dintre cercetători, spune că bacteria poate sta latentă în beton pentru aproximativ 200 de ani și devine activă instant, sub influența umidității [20]. În figurile (4) și (5) este prezentat mecanismul de acțiune și de închidere a fisurilor prin utilizarea bacteriilor (BacllaFilla).

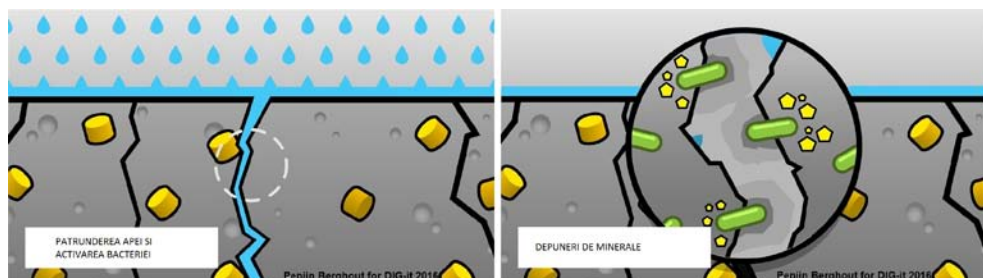


Figura 4. Apa pătrunsă în crăpături și activarea bacteriei, transformarea nutrienților în minerale, blocarea locală a fisurii pentru a recâștiga etanșeitatea la apă [7].

Unul dintre beneficiile betonului autovindecător este că întreținerea betonului va fi inexistentă [8].

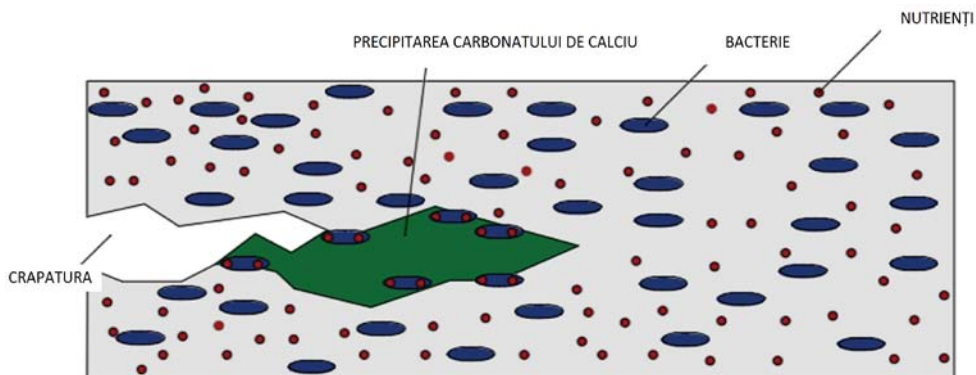


Fig. 5. Curățirea prin crăpături, ca rezultat al precipitării carbonatului de calciu din bacterii [9]

4. CONCLUZII ȘI DEZVOLTĂRI ULTERIOARE

Creșterea siguranței în exploatarea construcțiilor hidrotehnice este în permanență în atenția inginerilor de specialitate, aceștia venind cu elemente de noutate și de progres tehnologic.

Consolidarea și reabilitarea construcțiilor este necesară datorită următorilor factori:

- costuri financiare ridicate în vederea construirii de la zero;
- probleme de relocare a terenurilor;
- schimbări demografice;
- schimbări climatice;
- creșterea standardului de viață.

Având în vedere că taluzul amonte are un grad de importanță ridicat se consideră că atât materialele compozite, betonul autovindecător, cât și soluțiile de executare a acestora în vederea consolidării sunt soluții care pot eficientiza costurile de întreținere și exploatare concomitent cu creșterea gradului de siguranță al construcției hidrotehnice, indiferent de clasificare (A, B, C, D).

Pe viitor, trebuie analizate/studiate aceste soluții tehnice pentru ecranarea impermeabilă a barajelor, cu preponderență pentru betoanele utilizate în construcțiile hidrotehnice.

Soluțiile identificate vor putea fi implementate la nivel macro, oferind soluții de reabilitare structurală la costuri minime care se încadrează în cerințele actuale/viitoare de durabilitate și sustenabilitate ecologică.

Bibliografie

1. Popovici, A. Baraje pentru acumulări de apă. Vol. II, Editura Tehnică, București, (2002);
2. Vorovei, C. Teza de doctorat - Cercetări privind siguranța în exploatare a amenajărilor hidrotehnice, Editura Politehnica, Iași, (2017);
3. ICOLD Lessons from Dam Incidents, (1973);
4. A.N.A.R. – informare - Situația barajelor din România, (2018);
5. Blagoi, O and Mitroi, A., Soluții moderne și clasice pentru lucrările de protecție pe cursurile de apă, Editura performatica, Iași, (2013);
6. Jia, L. et.al., Research on dynamic soil pressure of earth dam with polymer anti-seepage wall, 5th International Conference on Information Science and Control Engineering, (2018);
7. Mors, R. Feasibility of lactate derivative based agent as additive for concrete for regain of crack water tightness by bacterial metabolism, Industrial Crops and Products (2016);
8. Gupta, S. et.al., Autonomous healing in concrete by bio-based healing agents - A review, Construction and Building Materials Volume 146, Pages 419-428, (2017);
9. Amir, S., Is concrete healing really efficient? A review, Construction and Building Materials 205 257–273, (2019);
10. Nicu, A. Teză de doctorat - Creșterea gradului de siguranță în exploatarea a unor amenajări hidrotehnice, Editura Politehnica, Iași, (2017);
11. <https://ro.wikipedia.org/wiki/Taluz>
12. ICOLD Raportor general Q99: Necesitatea reabilitării și re tehnologizării barajelor, Laurent M Elveția, (2017)
13. Botos, M. Teză de doctorat - Contribuții la studiul comportării în exploatare a barajelor cu acumulări nepermanente în varianta transformării în acumulări permanente, Editura Politehnica, Timișoara, (2013);
14. Normativ pentru urmărirea comportării construcțiilor hidrotehnice, indicativ NP 087-03;
15. Priscu, R - Construcții hidrotehnice, Editura Didactica și Pedagogica, Bucuresti, (1974);
16. <http://www.rowater.ro/daprut/sgaiasi/Galerie>;
17. https://ro.wikipedia.org/wiki/Barajul_St%C3%A2nca_-_Coste%C8%99ti
18. STAS 6102-86 Betoane pentru construcții hidrotehnice. Clasificare și condiții tehnice de calitate;
19. SR EN 206-1:2002, Standarde pentru beton. Specificație, performanță, producție și conformitate.
20. <https://www.green-report.ro/betonul-bio-care-se-auto-regenereaza/>
21. Legea nr. 107/1996 - Legea apelor
22. O.U.G. nr. 244/2000 – privind siguranța barajelor
23. HG 273/1994 privind: Cartea construcției și Jurnalul evenimentelor
24. STAS 10100/0/75 – Principii generale de verificare a siguranței construcțiilor
25. STAS 2745/1990 – Urmărirea tasărilor construcțiilor prin metode topografice
26. STAS 7883/1990 – Supravegherea comportării în timp (Construcții hidrotehnice - prescripții generale)
27. Legea nr. 10/1995 – Legea privind calitatea în construcții
28. P 130/1999 - Normativ privind comportarea în timp a construcțiilor

Dezvoltarea sistemelor structurale rezistente la cutremur și măsurile pentru asigurarea ductilității elementelor sistemului tip cadru de beton armat

Sococol Ion,

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

Rezumat

Cutremurele de pământ au devenit o problemă majoră în ultimul secol, implicând pierderi materiale colosale și pierderi de vieți omenești. Acest fapt a condus însă și la o dezvoltare continuă a ingineriei construcțiilor prin intermediul conceptelor de proiectare și a noilor sisteme structurale seismice. Această dezvoltare continuă a sistemelor structurale a venit tocmai din nevoia de a limita acele pierderi colosale menționate mai sus. Ca un istoric a tot ceea ce înseamnă sisteme laterale (rezistente la acțiuni seismice orizontale), prezentul articol prezintă și unele măsuri pentru funcționarea corespunzătoare a sistemelor structurale tip cadru de beton armat la acțiunea cutremurelor severe. Astfel, se dorește înțelegerea tipurilor de structuri proiectate pentru zone seismice cu implicarea noilor tendințe ingineresti cât și noul concept ductil pentru un tip de sistem de beton armat.

Cuvinte cheie: sistem structural, beton armat, ductilitate, capacitate de deformație, articulație plastică.

1. INTRODUCERE

Sistemul structural reprezintă un ansamblu de elemente structurale interconectate care respectă un set de legi de proiectare și asigură îndeplinirea unor cerințe de performanță bine definite. Prin prisma acestei definiții, sistemul structural rezistent la cutremur întrevade și caracteristicile dinamice ale construcției. Această interdependență dintre inginerie seismică și generarea (dezvoltarea viitoare, cunoașterea) sistemelor structurale implică și punctarea unor măsuri de ductilizare a elementelor structurale componente cu singurul scop de a permite funcționarea (răspunsul seismic structural) corespunzătoare (conformă) a acestor sisteme.

Necesitatea cunoașterii acestor posibilități de asigurare a ductilității este esențială pentru generația actuală de proiectanți din simplul motiv căci majoritatea codurilor seismice se bazează anume pe acest concept ductil. Cât despre importanța cunoașterii ierarhiei dezvoltării sistemelor structurale de beton armat, metal și a sistemelor compozite (de beton cu armătură rigidă), se poate de spus căci este de prim interes pentru orice inginer structurist, deoarece în prezent se pune un tot mai

mare accent pe performanță, iar tipurile de structuri s-au răspândit pe un palier mult mai larg.

2. DEZVOLTAREA SISTEMELOR STRUCTURALE REZISTENTE LA CUTREMUR

În ultimul secol, ingineria seismică a căpătat alte proporții, atât din punct de vedere științific (al noutății) cât și din punct de vedere al conștientizării importanței acesteia pentru proiectarea curentă a structurilor. Marile descoperiri legate de dinamica structurilor cât și apariția unor noi tipuri de materiale au impus dezvoltarea continuă a unor noi sisteme structurale rezistente la cutremur. Eficacitatea acestora s-a observat în timp, fiind mereu îmbunătățite.

Primele țări care au dezvoltat și care dezvoltă în continuare noi sisteme structurale laterale sunt Japonia, SUA și Noua Zeelandă. Prin intermediul acestor țări se poate trasa un istoric al ingineriei seismice, al structurilor rezistente la acțiuni orizontale și a conceptelor de proiectare (ex.: conceptul de proiectare la capacitate). O hartă a acestui istoric se poate observa în figura 1 (FEMA 454, 2006).

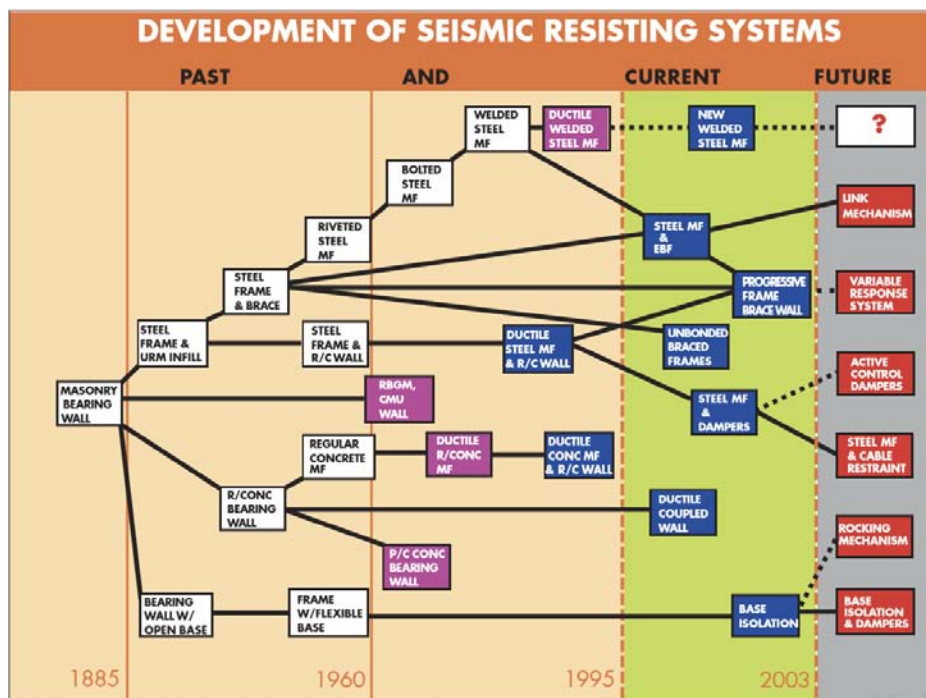


Fig. 1. Dezvoltarea sistemelor structurale rezistente la seism (FEMA 454, 2006).

De asemenea, se specifică și viitoarele direcții și posibilități de dezvoltare a diferitelor sisteme structurale, fapt care încurajează țările în curs de dezvoltare să facă un pas înainte prin intermediul acestora.

O reprezentare mai clară a acestor tipuri de sisteme structurale o putem regăsi în figura 2 și figura 3. Astfel, se vede clar dezvoltarea noilor sisteme structurale metalice sau de beton armat în funcție de etapa de dezvoltare economică a țării respective și a cerințelor (nevoilor) acestora. Se observă ușor trecerea de la structurile non-ductile (din perioada 1890-1970) la structuri proiectate conform conceptului ductil de comportare. Această trecere la noi sisteme structurale s-a făcut prin prisma comportării seismice a vechilor sisteme structurale și desigur prin impunerea unor noi cerințe de performanță.

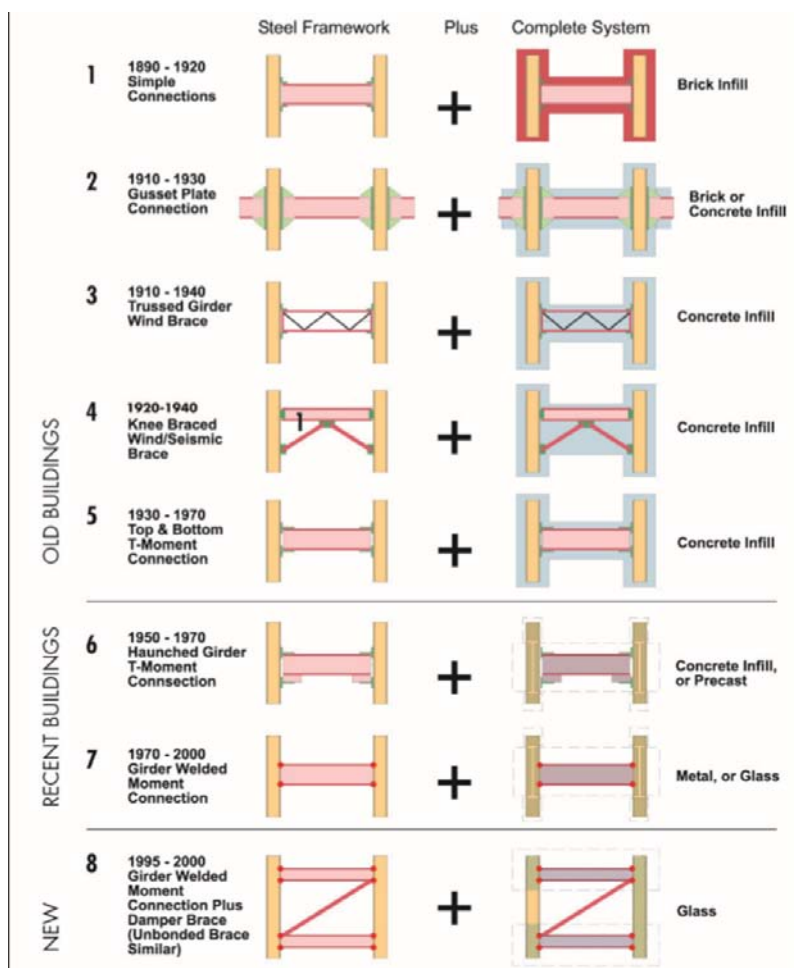


Fig. 2. Sisteme structurale metalice și compozite pentru clădiri multietajate (FEMA 454, 2006).

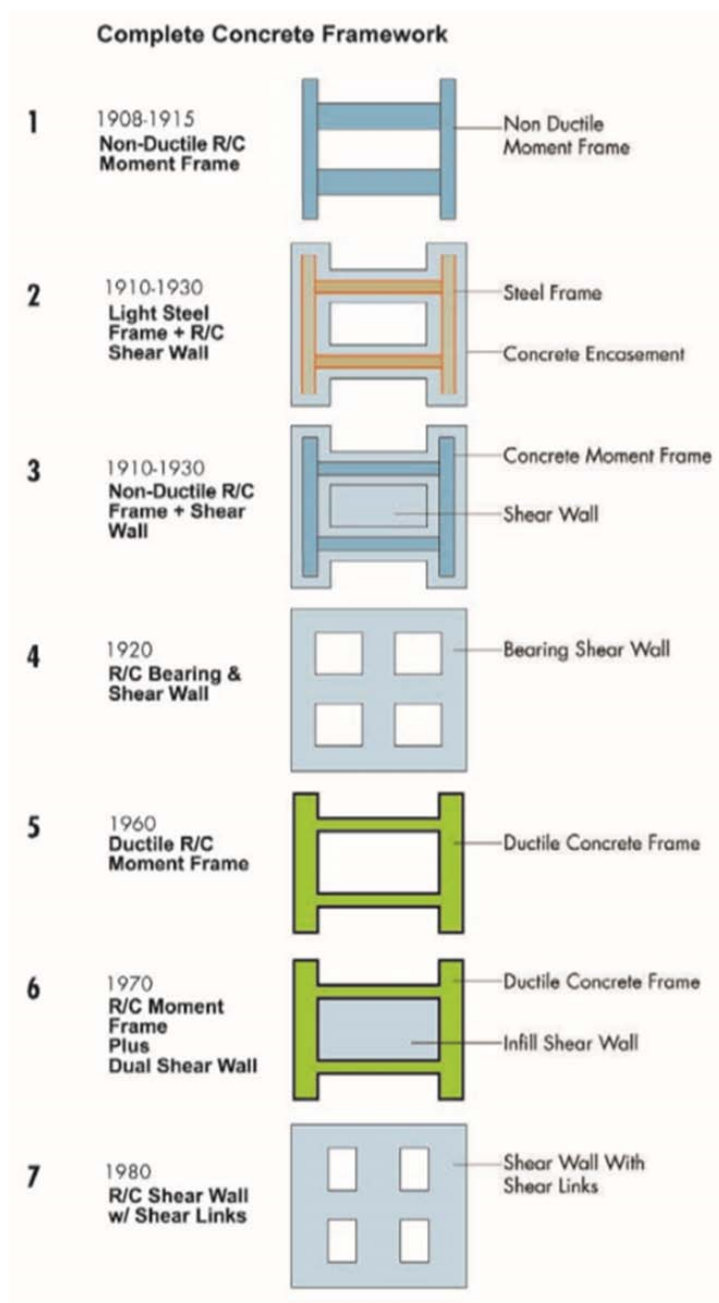


Fig. 3. Sisteme structurale compozite și de beton armat pentru clădiri multietajate (FEMA 454, 2006)

3. MĂSURI PENTRU ASIGURAREA DUCTILITĂȚII ELEMENTELOR SISTEMULUI TIP CADRU DE BETON ARMAT

Importanța conceptului de proiectare la capacitate (conceptului ductil) se poate regăsi în numeroase articole și studii consacrate, cum ar fi cele scrise de (Park & Paulay, 1975), (Paulay & Priestley, 1992), (Postelnicu, 2012), (Stratan, 2014), (Budescu & Ciongradi, 2014) etc.

În aceste condiții, se vor specifica câteva măsuri necesare pentru a asigura ductilitatea elementelor structurilor tip cadru de beton armat, încât acestea au fost și rămân a fi unele din tipurile de structuri ”cu probleme” care necesită îmbunătățiri și o proiectare corespunzătoare.

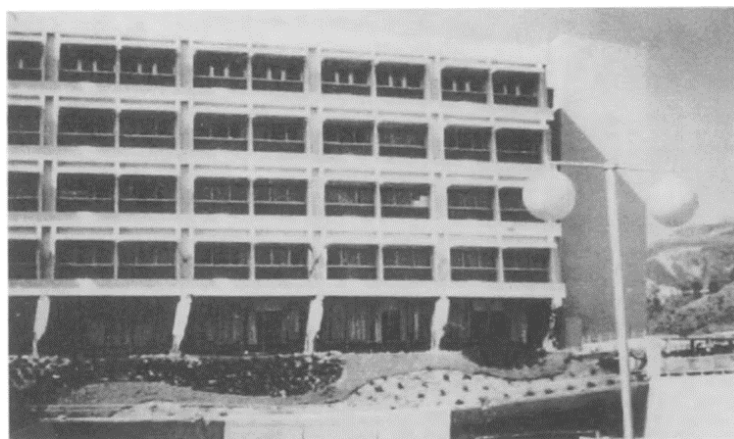
3.1. Importanța confinării secțiunilor elementelor structurale de beton armat în zonele critice

Una din numeroasele măsuri cu privire la asigurarea ductilității zonelor critice pentru elementele sistemelor structurale tip cadru de beton armat este confinarea corespunzătoare a secțiunilor acestor elemente.

Astfel, pentru o bună confinare a secțiunii, în zonele critice este necesară (Stratan, 2014):

- *dispunerea de armături longitudinale intermediare;*
- *fixarea armăturilor longitudinale prin intermediul unor etrieri sau agrafe;*
- *ancorarea etrierilor în betonul confinat prin intermediul unor cârlige suficient de lungi, îndoite la 135^0 , ca să prevină desfacerea etrierilor la solicitări puternice în domeniul inelastic;*
- *dispunerea mai deasă a etrierilor.*

Cât de importantă este această dispunere a armăturii transversale putem vedea în figurile 4 (a),(b),(c).



(a)



(b)



(c)

Fig. 4. (a) Mecanism de parter slab, (b) Degradarea severă a unui stâlp circular fretat, (c) Degradarea severă a unui stâlp cu secțiune rectangulară cu etrieri (Derecho & Kianoush, 2001).

În figura 4 (a) este reprezentat formarea mecanismului de parter slab, iar în figurile 4 (b),(c) se prezintă doi stâlpi ai aceleiași clădiri (*Olive View Hospital*), care a fost

grav avariata în timpul cutremurului *San Fernando*, California, SUA, din 9 februarie 1971 (Derecho & Kianoush, 2001). Astfel, chiar dacă ambii stâlpi au suferit deformații plastice importante, stâlpul circular fretat -figura 4(b)- și-a păstrat integritatea, în timp ce stâlpul rectangular din figura 4(c), cu armături transversale inadecvate a fost practic dezintegrat (Stratan, 2014).

Una dintre cerințele importante de ductilitate specifică stâlpilor de beton armat este *înnădirea* corectă a armăturilor. Din cauza condițiilor tehnologice actuale, se impun ca armăturile longitudinale din stâlpi să fie înnădite la partea inferioară a stâlpilor de pe înălțimea unui etaj. Dar acestea sunt zonele potențial plastice în care se pot produce deformații neliniare (și chiar se produc deformațiile specifice în domeniul postelastice), în acest fel conducând la o degradare pronunțată a condițiilor de aderență și neputând asigura o continuitate a transmiterii de eforturi între armături în zona înnădirii. Astfel, se propune evitarea înnădirii armăturilor longitudinale din stâlpi în zonele critice, mai cu seamă înnădirea prin suprapunere (Stratan, 2014).

3.2. Asigurarea capacității de deformare în domeniul postelastic

Un răspuns seismic avantajos presupune ca, în urma instalării mecanismului de plastificare, articulațiile (zonele) plastice pot dezvolta deformații plastice cât mai mari (să posede ductilitate înaltă). Aceste deformații pot lua amploare doar în cazul în care elementele structurale de beton armat sunt solícitate preponderent la eforturile de încovoiere. Numai încovoierea poate să producă deformații unidirecționale, cu rol de a pune în valoare capacitatea de deformație înaltă a armăturilor întinse, inclusiv în cazul acțiunilor ciclice (Postelnicu, 2012).

Astfel, trebuie micșorate efectele forței tăietoare care creează un câmp bidimensional de eforturi, care produc în cazul acțiunilor ciclice eforturi principale și deformații în orice direcție înclinată. În aceste condiții, nu se mai poate efectua o mobilizare corespunzătoare a armăturilor în domeniul inelastic de comportare și nici un control fidel al deschiderii fisurilor sau al efectelor acțiunii de confinare a betonului comprimat, afectat în cea mai mare parte de fisurile înclinate dezvoltate exagerat (Postelnicu, 2012), (Park & Paulay, 1975), (Paulay & Priestley, 1992).

Micșorarea efectelor forței tăietoare se poate obține practic printr-o evaluare destul de acoperitoare a valorilor de proiectare ale acestui efort secțional și desigur căci printr-o utilizare a unor relații matematice suficient de acoperitoare pentru determinarea capacității de rezistență la forța tăietoare. O altă condiție indispensabilă pentru generarea mecanismului de plastificare dorit este aceea de a împiedica flambajul local al armăturilor longitudinale comprimate în zonele critice cu potențial de formare a articulațiilor plastice ale stâlpilor structurali cu rol seismic (Postelnicu, 2012).

Proiectarea ductilității elementelor structurale de beton armat urmează, în cele mai multe cazuri, proiectării rezistenței și rigidității structurii. Aceasta implică (Postelnicu, 2012):

- evaluarea, cât mai realist, a cerințelor de ductilitate;*
- evaluarea, cât mai realist, a capacității de deformare postelastice;*
- verificarea condiției ca cerințele seismice să fie inferioare capacității, cu un nivel de siguranță suficient și cu consumuri rezonabile;*
- corectarea, atunci când este necesar, a detaliilor de alcătuire a unor elemente de beton armat, astfel încât să se asigure satisfacerea condiției precedente.*

3.2.1. Evaluarea capacității de deformare

Capacitatea de deformare a elementelor structurale de beton armat în cazul sistemelor pe cadre, se evaluează conform normativului *P100-3:2008* care nu este altceva decât o reprezentare a modelului de confinare din *SR EN 1992-1*, definit de următoarele caracteristici:

- caracteristicile betonului confinat (figura 5):*

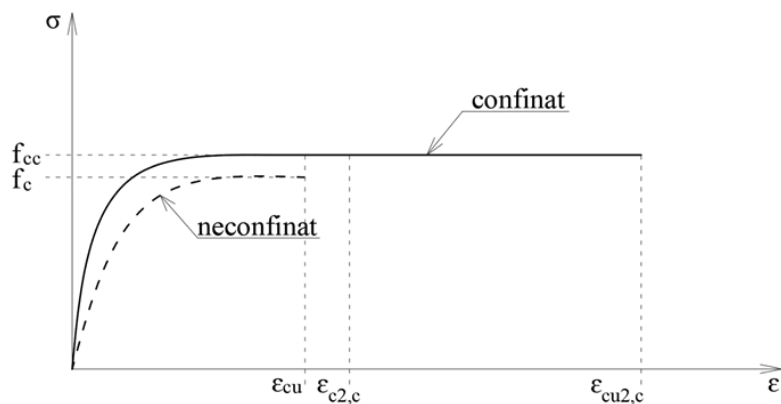


Fig. 5. Configurația diagramelor caracteristice pentru beton neconfinat și confinat (Postelnicu, 2012).

Plecând de la relațiile de principiu din *SR EN 1992-1*:

- *valoarea rezistenței caracteristice a betonului confinat:*

$$f_{ckc} = f_{ck} (1 + 5\sigma_2 / f_{ck}) \quad (1)$$

- *deformația specifică corespunzătoare atingerii efortului unitar maxim $f_{ck,c}$ a betonului confinat:*

$$\varepsilon_{c2,c} = \varepsilon_{c2} (f_{ck,c} / f_{ck})^2 \quad (2)$$

- *deformația specifică ultimă a betonului confinat:*

$$\varepsilon_{cu2,c} = \varepsilon_{cu2} + 0,2\sigma_2 / f_{ck} \quad (3)$$

și luând $\sigma_2 = 1 / 2 \alpha \rho_w f_{yw}$, se obțin relațiile:

$$f_{c,c} = f_c (1,125 + 1,25\alpha\omega_v) \quad (4)$$

$$\varepsilon_{c2,c} = \varepsilon_{c2} \left(\frac{f_{c,c}}{f_c} \right)^2 = 0,002 \left(\frac{f_{c,c}}{f_c} \right)^2 \quad (5)$$

$$\varepsilon_{cu2,c} = \varepsilon_{cu2} + 0,1\alpha\omega_v = 0,0035 + 0,1\alpha\omega_v \quad (6)$$

unde:

σ_2 - efortul unitar efectiv de compresiune laterală aplicat betonului și datorat confinării

$\omega_w = \rho_w f_{yw} / f_c$ este coeficientul mecanic al armăturii transversale de confinare

ρ_w - coeficientul armăturii de confinare calculat ca raport al volumului etrierilor de confinare și al volumului nucleului de beton situat la interiorul etrierilor

f_{yw} - limita de curgere a armăturii transversale

α - raportul de confinare efectiv calculat cu expresia:

$$\alpha = \left(1 - \frac{s_h}{2 \cdot b_0} \right) \cdot \left(1 - \frac{s_h}{2 \cdot h_0} \right) \cdot \left(1 - \frac{\sum b_i^2}{6 \cdot b_0 \cdot h_0} \right) \quad (7)$$

b_0, h_0 - sunt dimensiunile miezului confinat al secțiunii de beton

b_i este distanța între axele barelor longitudinale fixate lateral, prin etrieri și agrafe, pe perimetrul secțiunii transversale

3.2.2. Stabilirea lungimii convenționale a zonei plastice (conform P100-3:2008)

Dacă pentru evaluarea ultimei deformații specifice a betonului confinat se utilizează relația: $\varepsilon_{cu2,c} = \varepsilon_{cu2} + 0,1\alpha\omega_v = 0,0035 + 0,1\alpha\omega_v$, atunci expresia cu care trebuie evaluată lungimea plastică L_{pl} - astfel încât valorile calculate ale ductilității să fie în acord cu rezultatele studiilor experimentale- este următoarea (P100-3, 2008):

$$L_{pl} = \frac{L_v}{30} + 0,2 \cdot h + 0,15 \cdot \frac{d_{bl} \cdot f_y}{\sqrt{f_c}} \quad (8)$$

unde:

h - este înălțimea secțiunii transversale în direcția de acțiune a forței tăietoare

d_{bl} - este diametrul (mediu) al armăturilor longitudinale întinse

f_y - limita de curgere a armăturii

f_c - rezistența medie a betonului

L_v - lungimea brațului de forță tăietoare

Valoarea L_{pl} astfel determinată are un caracter convențional și nu coincide cu cea înregistrată efectiv în experimente.

În P100-1:2013 s-a adoptat o soluție mult mai ușoară. Astfel, nu se cere să dimensionăm explicit armăturile de confinare. Se consideră, pe baza rezultatelor unui număr mare de teste de laborator, că prin simpla adoptare a măsurilor minime de alcătuire constructivă a armării zonelor critice se realizează implicit valorile capabile ale rotirilor de bară date în figura 6 (P100-1, 2013), (Postelnicu, 2012). În acest fel, se poate aprecia că procedeul este acoperitor.

Tipul de element	Clasa de ductilitate	
	DCH	DCM
Grinzi de cadru	3,5%	3,0%
Grinzi de cuplare armate cu bare ortogonale	1,5%	1,5%
Grinzi de cuplare armate cu carcase diagonale	4,0%	4,0%
Stâlpi	3,0%	2,5%
Pereți structurali și sisteme verticale contravântuite	2,0%	1,5%

Fig. 6. Valori ultime ale rotirilor, θ_u^{ULS} , Anexa E, Tabel E.3, P100-1:2013.

4. CONCLUZII

- a) Sistemele structurale rezistente la cutremur au căpătat o importanță deosebită în ultimul secol, asigurând, conform cerințelor de performanță, siguranța vieții oamenilor și capacitatea păstrării integre a elementelor nestructurale.
- b) Conceptul de proiectare ductilă a devenit pilon de bază în ultimii 50 de ani, influențând dezvoltarea noilor sisteme structurale laterale.
- c) Confinarea secțiunilor elementelor de beton armat în zonele critice reprezintă o modalitate importantă pentru îmbunătățirea comportării acestora în domeniul postelast.
- d) Evaluarea capacității de deformare conform (P100-3, 2008) corespunde noilor normative internaționale și dispune de aparatul matematic necesar (corespunzător) pentru ilustrarea tuturor rezistențelor, deformațiilor specifice, efortului unitar, cât și pentru determinarea satisfăcătoare a lungimii articulației plastice.

Bibliografie

- Park R., Paulay T., *Reinforced Concrete Structures*, John Wiley & Sons, USA, 1975.
- Paulay T., Priestley M.J.N., *Seismic Design of Reinforced Concrete and Masonry Buildings*, John Wiley & Sons, USA, 1992.
- Postelnicu T., *Proiectarea structurilor de beton armat în zone seismice*, MarLink, București, 2012.
- Stratan A., *Dinamica structurilor și inginerie seismică*. Note de curs, Timișoara, 2014.
- Derecho A.T., Kianoush M.R., *The Seismic Design Handbook. Second Edition.10.Seismic Design Of Reinforced Concrete Structures*, Springer Science+Business Media, LLC, 2001.
- Budescu M., Ciongradi I., *Inginerie Seismică*, Ed. Politehnicum, Iași, 2014.
- Cod de proiectare seismică, Partea-I, Prevederi de proiectare pentru clădiri*, P100-1, UTCB, București, 2013.
- Cod de proiectare seismică, Partea a III-a, Prevederi privind evaluarea seismică a clădirilor existente*, P100-3, UTCB, București, 2008.
- Proiectarea structurilor de beton. Partea 1-1: Reguli generale și reguli pentru clădiri*, SR EN 1992-1-1, 2004.
- FEMA 454, *Designing for Earthquakes*, A Manual for Architects, December 2006

Determinarea rezistenței pavelor din beton la acțiunea factorilor climatici

Ursachi Dragoș Dumitru,
doctorand, Facultatea de Construcții și Instalații Iași

Rezumat

În cadrul acestui articol se prezintă două metode de determinare a rezistenței la acțiunea factorilor climatici pentru pavele din beton.

Prima metodă prezentată este determinarea rezistenței la îngheț-dezgheț cu sare de dezgheț a unor epruvete luate din elemente cu vârste de cel puțin 20 de zile, supuse la 28 cicluri de îngheț-dezgheț.

Cea de-a doua metodă este determinarea absorbției totale de apă a unor epruvete de maxim 5kg, condiționate până la $(20 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ și îmbibate până la masă constantă și apoi uscate în etuvă până la masă constantă.

1. INTRODUCERE

Pavelele din beton sunt elemente prefabricate de diferite forme realizate prin vibropresare din beton special.

Pavelele au o multitudine de forme și culori și sunt divers colorate în stratul de uzură. Utilizarea pavajelor cu pavele din beton conduce la realizarea unei configurații armonioase a terenului și se pot utiliza la pavarea:

- zonelor din mediu urban (alei pietonale, alei rezidențiale, trotuare, suprafețe cu instalații edilitare subterane, piețe, stații alimentare carburanți etc.);
- zone din mediu rural (drumuri rurale, drumuri acces la ferme, alei în incinta fermelor, platforme depozitare);
- zone industriale (platforme industriale, căi de acces, hale industriale).

Concepția care stă la baza elaborării formelor este aceea că pavelele trebuie să lucreze împreună, respectiv să fie de tip autoblocant.

Pavelele se realizează în diferite tipuri: uni; uniloc, behaton și holand în două straturi:

- Stratul de bază;
- Stratul de bază-rezistență.

Rezistența la acțiunea factorilor climatici constă în determinarea rezistenței la îngheț-dezgheț cu sare de dezgheț și determinarea absorbției totale de apă.

2. DETERMINAREA REZISTENȚEI LA ÎNGHEȚ-DEZGHEȚ CU SARE DE DEZGHEȚ

a. Principiu

Eșantionul este preconditionat și apoi este supus la 28 cicluri de îngheț în timp ce suprafața este acoperită cu o soluție de 3% NaCl. Materialul care se desprinde este colectat și cântărit și rezultatul este exprimat în Kg/m².

b. Epruvetă

Epruveta trebuie să încorporeze o față de suprafață mai mare de 7500 mm², dar mai mică de 25.000 mm², care trebuie să constituie suprafața de încercare și trebuie să aibă o grosime maximă de 103 mm. Dacă epruveta este luată dintr-un element pentru a îndeplini această cerință, ea trebuie luată la vârste ale betonului de cel puțin 20 zile.

c. Materiale

Se utilizează următoarele materiale:

- apă potabilă
- mediu de îngheț, consând din 97% din masă apă potabilă și 3% din masă NaCl
- adeziv pentru lipirea foi cauciucate pe epruveta de beton
- adezivul trebuie să reziste în mediul specificat
- cauciuc siliconic sau alt tip de etanșeizant pentru a furniza o

etanșare între epruvetă și foaia de cauciuc și umplerea oricărei teșituri pe perimetrul epruvetei

d. Aparatură, materiale

- ferăstrău diamantat pentru tăierea epruvetei din beton
- cameră climatizată cu o temperatură de (20±2°C) și o umiditate relativă de (65±10)%. În camera climatizată evaporarea de la suprafață a apei libere trebuie să fie de (200±100)g/m² în (240±5) min. Evaporarea trebuie măsurată într-un vas cu adâncimea de aproximativ 40 mm și cu o secțiune transversală a suprafeței de (22500±2500) mm². Vasul trebuie umplut până la (10±1) mm de la margine

- foaie de cauciuc cu grosime de (3,0 ± 0,5) mm care trebuie să fie rezistentă la soluția salină utilizată și suficient de elastică până la o temperatură de - 20 °C

- termoizolație din polistiren cu o grosime de (20±1) mm, conductivitate termică între 0,035 W /(mK) și 0,04 W/ (mK) sau echivalentul altei izolații

- strat polistirenic, cu 0,1 mm până la 0,2 mm grosime

- cameră de îngheț cu timp de refrigerare reglabil și sistem de încălzire cu o capacitate și circulație a aerului astfel încât curba de temperatură - timp prezentată în figura 3 să poată fi urmărită

- termocupluri sau un echivalent de mecanism de măsurare, pentru măsurarea temperaturii în mediul de îngheț pe suprafața de încercare, cu o precizie de $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$.

- vas pentru colectarea materialului decojit; vasul trebuie să fie adecvat pentru o utilizare până la 120°C și rezistent la atacul cu clorură de sodiu

- hârtie de filtru pentru colectarea materialului rămas

- pensulă de pictură lungă, de la 20 mm până la 30 mm, cu perii tăiați la aproximativ 20 mm, pentru perierea materialului care a fost decojit

- pulverizator cu apă potabilă pentru spălarea materialului decojit și spălarea sării de pe materialul decojit

- incintă de uscare, capabilă să mențină o temperatură de $(105 \pm 5)^{\circ}\text{C}$

- balanță, cu precizie de $\pm 0,05\text{ g}$

- șubler cu vernier, cu precizie de $\pm 0,1\text{ mm}$

e. Pregătirea epruvetelor de încercat

La cel puțin 28 zile, cu excepția inspecției de recepție, la un termen de nu mai mult de 35 zile, se îndepărtează orice resturi și materiale desprinse și apoi epruvetele se conservă timp de $(168 \pm 5)\text{ h}$ în camera de climatizare la o temperatură de $(20 \pm 2)^{\circ}\text{C}$, umiditate relativă de $(65 \pm 10)\%$ și o viteză de evaporare în primele $(240 \pm 5)\text{ min.}$ de $(200 \pm 100)\text{ g/m}^2$, după care se măsoară. În camera de climatizare trebuie să fie un spațiu minim de 50 mm între epruvete. În timpul acesta placa de cauciuc este lipită pe toate suprafețele epruvetei, cu excepția suprafeței de încercare, și rămâne lipită în timpul încercării. Cu ajutorul cauciucului siliconic sau altui adeziv de etanșeizare se umple orice ieșitură de-a lungul perimetrului epruvetei și se realizează o etanșare în jurul suprafeței de încercat la limita dintre beton și placa de cauciuc, în vederea prevenirii pătrunderii apei între eșantion și cauciuc. Marginea plăcii de cauciuc trebuie să depășească cu $(20 \pm 2)\text{ mm}$ suprafața de încercat.

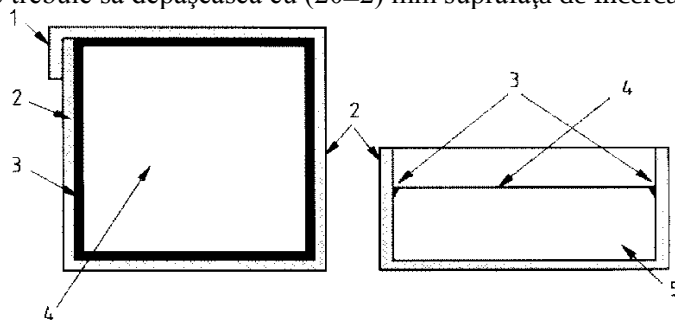


Fig. 1. Un exemplu de secțiune transversală a epruvetei cu foaia de cauciuc și cordonul de etanșare (dreapta) și o epruvetă văzută de deasupra (stânga)
1-Strat suprapus; 2-Foaie de cauciuc; 3- Cordon de etanșare; 4- Suprafață de încercat; 5- Epruvetă

NOTĂ - Adezivul este în mod normal întins pe suprafețele de beton la fel de bine ca pe suprafețele de cauciuc. Maniera de lipire a foi de cauciuc ilustrată în figura 1 este considerată corespunzătoare.

Suprafața de încercat A trebuie stabilită ca medie a trei măsurări ale lungimii și lățimii sale, până la cel mai apropiat milimetru. După conservare în camera climatizată, apa potabilă cu o temperatură de $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ trebuie turnată pe suprafața de încercat până la o înălțime de (5 ± 2) mm. Aceasta trebuie menținută pentru (72 ± 2) h la $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ și poate fi utilizată pentru evaluarea eficacității legăturii dintre epruvetă și stratul protector.

Înainte de ciclul de îngheț - dezgheț toate suprafețele epruvetei, cu excepția suprafeței de încercat, trebuie izolată termic. Aceasta poate fi efectuată în timpul conservării.

Înainte cu 15 min până la 30 min ca epruvetele să fie amplasate în camera de îngheț, apa de pe suprafața de încercat trebuie înlocuită cu un strat de (5 ± 2) mm, măsurat de la suprafața epruvetei, de o soluție de 3% NaCl în apă potabilă. Aceasta trebuie să prevină evaporarea prin aplicarea unei plăci orizontale de polietilenă. Folia de polietilenă trebuie să rămână cât de plată posibil în timpul încercării și să nu vină în contact cu mediul înghețat (figura 2).

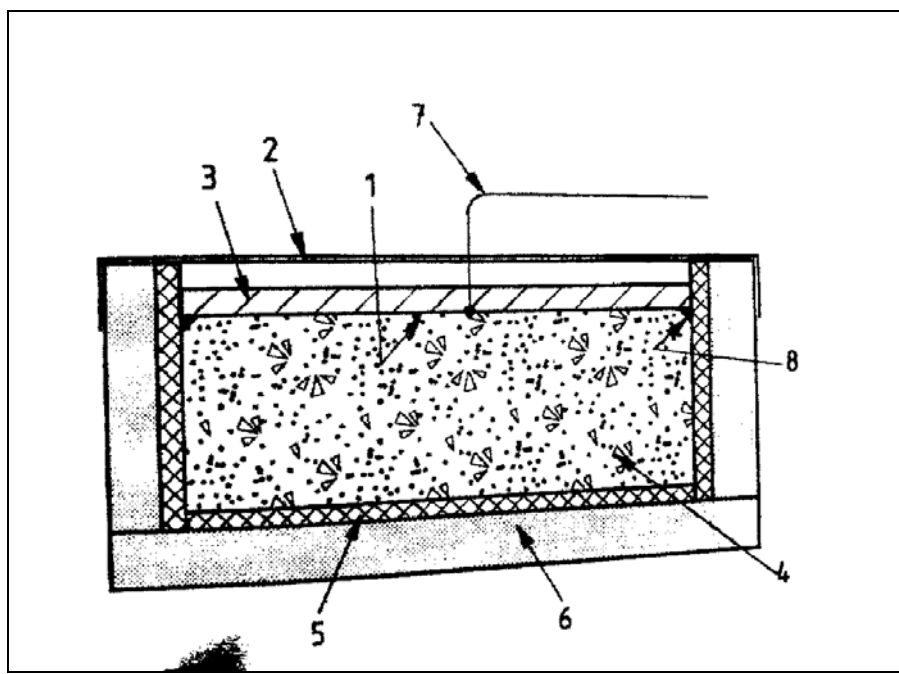


Fig. 2. Principiu de montare utilizat pentru încercarea de îngheț-dezgheț

- 1-Suprafață de încercat; 2-Folie de polietilenă; 3-mediul de înghețare; 4-Foaie de cauciuc; 5-Izolație termică; 6-Dispozitiv de măsurare a temperaturii; 7-Cordon de etanșare

f. Mod de lucru

Se amplasează epruvetele în camera de înghețare astfel încât suprafața de încercat să nu se abată de la planul orizontal cu mai mult de 3 mm/m în orice direcție și se supune la cicluri de îngheț - dezgheț. În timpul încercării, ciclului timp - temperatură în mediul de îngheț la centrul suprafeței tuturor epruvetele trebuie să se situeze în suprafața hașurată din figura D.3. În schimb, temperatura trebuie să depășească 0 °C în timpul fiecărui ciclu pentru cel puțin 7 h, dar nu mai mult de 9 h. Se înregistrează continuu temperatura în mediul de îngheț la centrul suprafeței de încercat pentru cel puțin o epruvetă care trebuie localizată într-o poziție reprezentativă în camera de îngheț. Se înregistrează temperatura aerului pe durata înghețului în timpul încercării. Se începe cronometrarea primului ciclu al încercării pe epruvetă în intervalul (0 ± 30) min. Dacă ciclul este întrerupt, se ține epruveta în stare de îngheț între -16°C și -20°C. Dacă această întrerupere este pentru mai mult de trei zile, încercarea trebuie reluată cu alte epruvete.

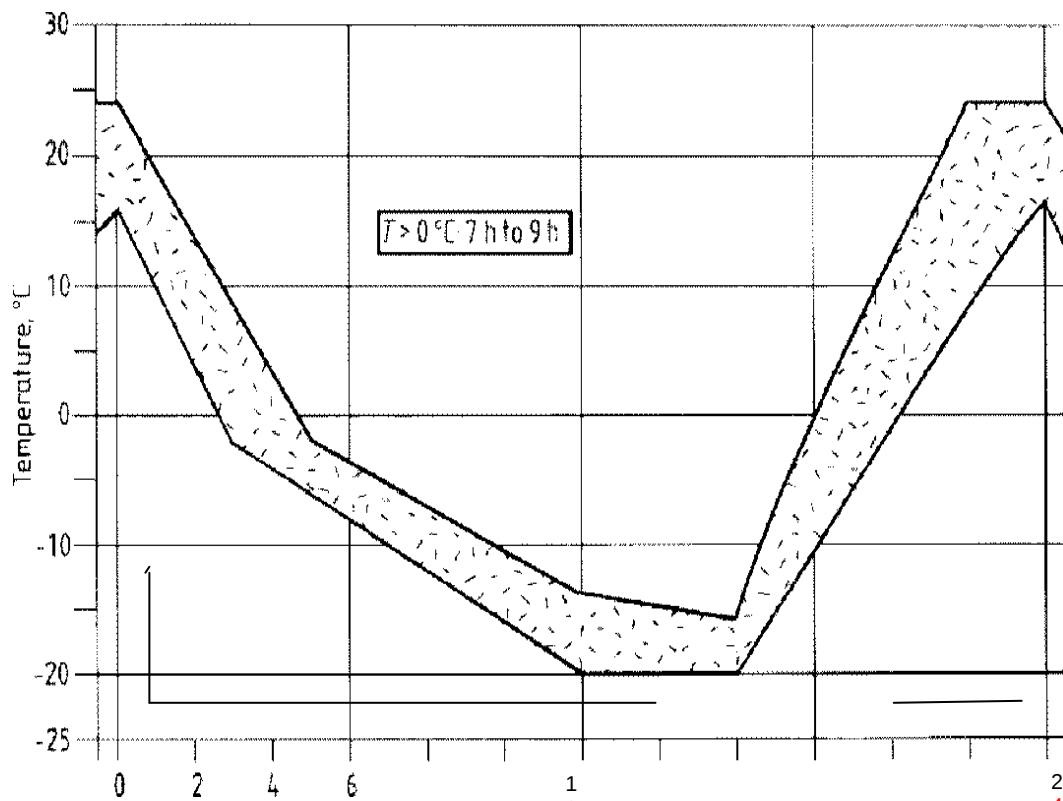


Fig. 3. Ciclul timp - temperatură

Punctele de întrerupere specifice ariei hașurată sunt indicate în tabelul .1.

Tabel 1. Coordonatele punctelor de întrerupere

<i>Limită superioară</i>		<i>Limită inferioară</i>	
<i>Timp (h)</i>	<i>Temperatură (°C)</i>	<i>Timp (h)</i>	<i>Temperatură (°C)</i>
0	24	0	16
5	-2	3	-4
12	-14	12	-20
16	-16	16	-20
18	0	20	0
22	24	24	16

Pentru obținerea unui ciclu corect de temperatură, pentru toate epruvetele se asigură o circulație bună a aerului în camera de îngheț. Dacă se încearcă numai câteva epruvete, se umplu locurile goale din camera de îngheț cu înlocuitori, doar dacă nu s-a demonstrat că ciclul de temperatură obținut este corect fără ele.

După 7 cicluri și 14 cicluri, în timpul perioadei de îngheț se adaugă suplimentar 3% NaCl în apă potabilă dacă este necesar în scopul menținerii unui strat de (5 ± 2) mm pe suprafața epruvetelor.

După 28 de cicluri trebuie efectuată următoarea procedură pentru fiecare epruvetă :

- Se colectează materialul care s-a decojit de pe suprafața de încercare prin clătirea în vas cu ajutorul pulverizatorului și se periază în vas până când nu mai există nici un material care să se decojească;

- Se toarnă lichidul și se trece materialul în vas cu grijă printr-o hârtie de filtru. Se spală materialul colectat pe hârtia de filtru cu minimum 1 litru de apă potabilă pentru a înlătura orice urmă de NaCl. Se usucă hârtia de filtru și materialul colectat cel puțin 24h la (105 ± 5) °C. Se determină cu o exactitate de până la $\pm 0,2$ g masa uscată a materialului decojit, luând în considerare și masa hârtiei de filtru.

g. Calculul rezultatelor încercării

Se calculează masa pierdută pe unitatea de suprafață a epruvetei (L) în kilograme pe metru pătrat, prin relația:

$$L=M/ A \quad (1)$$

unde:

M - masa cantității totale a materialul decojit după 28 cicluri, în kilograme

A - aria suprafeței de încercat, în metri pătrați

g. Raport de încercare

Raportul de încercare trebuie să conțină următoarele informații:

- masa pierdută pe unitatea de suprafață (L) în kilograme pe metru pătrat;

- masa cantității totale a materialului decojit după 28 cicluri, în miligrame
- aria suprafeței de încercat, în milimetri pătrați

Pavelele trebuie să fie conforme cu cerințele din tabelul 2.

Tabel 2 - Rezistență la îngheț- dezgheț cu săruri de dezgheț

Clasă	Marcare	Masa pierdută după încercare la îngheț- dezgheț kg / m ²
3	D	< 1,0 ca medie cu nici o valoare individuală > 1,5

3. DETERMINAREA ABSORBȚIEI TOTALE DE APĂ

a. Principiu

După condiționarea epruvetei până la $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ aceasta este îmbibată până la masă constantă și apoi se usucă în etuvă până la masă constantă. Pierdere de masă este exprimată ca procent din masa epruvetei uscate.

b. Epruvetă

Dacă masa unei pavele este mai mare de 5,0 kg, aceasta trebuie tăiată pe înălțime pentru a obține o epruvetă nu mai mare de 5,0 kg.

c. Materiale

Apă potabilă

d. Aparatură

- Etuvă ventilată având un raport între capacitatea în litri și suprafața a canalelor de ventilație mai mic de 2000, în care temperatura poate fi reglată până la $(105 \pm 5)^\circ\text{C}$. Etuva trebuie să aibă un volum de cel puțin 2/4 ori mai mare decât volumul epruvetelor de uscat în orice moment.
- Vas cu baza plată având o capacitate de cel puțin 2/4 ori din volumul epruvetelor care se îmbibă și o înălțime cu cel puțin 50 mm mai mare decât înălțimea epruvetelor în poziția în care ele vor fi înmuiate.
- Balanță cunitire în grame și cu o exactitate de 0,1 % a citirii
- Perie dură
- Cârpă

e. Pregătirea epruvetelor de încercat

Se îndepărtează tot praful, resturile, etc. cu o perie și se asigură că acea epruvetă se află la o temperatură de $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$.

f. Mod de lucru

Se scufundă epruvetele în vasul cu apă potabilă la o temperatură de $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ până la masa constantă M_1 . Se separă epruvetele una de alta prin cel puțin 15 mm și se asigură un minimum de 20 mm apă deasupra lor.

Perioada minimă de imersie trebuie să fie de trei zile și masa constantă trebuie considerată când două cântăriri efectuate la un interval de 25 h arată o diferență de masă a eșantionului mai mică decât 0,1%. Înaintea fiecărei cântăriri se șterge epruvetă cu o cârpă care este umezită și stoarsă pentru a îndepărta orice exces de apă. Uscarea este corectă atunci când suprafața betonului este mată.

Se amplasează fiecare epruvetă în interiorul cuptorului astfel încât distanța dintre fiecare epruvetă să fie de cel puțin 15 mm. Se usucă epruvetă la o temperatură de $(105 \pm 5) ^\circ\text{C}$ până ce se atinge masa constantă M_2 . Perioada minimă de uscare trebuie să fie de trei zile și masa constantă se consideră atinsă când două cântăriri efectuate la un interval de 24 h arată o diferență de masă a eșantionului mai mică de 0,1%. Înainte de cântărire se lasă epruveta să se răcească la temperatura camerei.

g. Calculul rezultatelor încercării

Se calculează absorbția de apă W_a a fiecărei epruvete, ca procent de masă, cu relația:

$$W_a = m_2 - m_1 / m_2 \times 100\% \quad (2)$$

unde: m_1 este masa inițială a epruvetei (g)

m_2 este masa finală a epruvetei (g)

Se calculează valoarea medie ca rezultat al încercării pentru element.

h. Raport de încercare

Raportul de încercare trebuie să dea valorile absorbției de apă pentru fiecare dintre epruvete.

Pavelele trebuie să fie conforme cu cerințele din tabelul 3.

Tabel 3 - Absorbție de apă

Clasă	Marcare	Absorbție de apă % din masă
1	A	Nici o performanță măsurată
2	B	< 6 ca medie

BIBLIOGRAFIE

1.SR EN 1338:2004/AC 2006-Pavele de beton. Condiții și metode de încercare

2. Buletin tehnic rutier, nr. 2-3, 2005

3. www.pavaj-dale.ro/caietsarcini-pavaj.html

Determinarea sensibilității la îngheț-dezgheț a pământurilor stabilizate cu lianți hidraulici de tip Dorosol conform STAS1709-3

Zghibarcea Ștefan Vladimir,

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

Rezumat

Sensibilitatea pământurilor din corpul drumurilor la acțiunea îngheț-dezghețului are un impact direct în durabilitatea structurilor rutiere. Pe lângă acțiunea traficului și a încărcărilor generate de acesta, acțiunea fenomenului de îngheț-dezgheț are un impact direct asupra structurilor rutiere, fiind de asemenea necesară realizarea calculului verificării structurii rutiere la îngheț-dezgheț.

În realizarea acestui calcul este necesară folosirea unor coeficienți de echivalare c . Acești coeficienți nu au valori trecute în ghidul de proiectare pentru pământurile stabilizate cu lianți hidraulici rutieri de tip Dorosol [1] și atunci este necesară încadrarea pământurilor stabilizate ca pământuri sensibile sau insensibile la acțiunea îngheț-dezgheț.

STAS 1709-3 [2] permite realizarea unui test standardizat pentru a încadra pământul stabilizat sau nu, ca insensibil la acțiunea îngheț-dezgheț. Dacă pământul respectiv stabilizat poate fi încadrat ca insensibil la acțiunea îngheț-dezgheț, se poate utiliza pentru el coeficientul de echivalare $c=1$ cu impact direct în verificarea comportării structurii rutiere la acțiunea îngheț-dezgheț.

Cuvinte cheie: sensibilitate la îngheț dezgheț, Dorosol, pământ insensibil, coeficient de echivalare.

1. INTRODUCERE

Holcim Romania este producător de lianți hidraulici speciali de tip Dorosol [1] și lianți hidraulici rutieri de tip Doroport [3]. Acești lianți sunt folosiți din anul 2003 în realizarea de straturi rutiere stabilizate in situ, care au diferite roluri în structura rutieră : strat de formă, strat de fundație, strat de bază. De asemenea, s-a realizat cu ajutorul acestor lianți și îmbunătățirea terenurilor de fundare. În cazul drumurilor existente ce se dorește a fi reabilite, au fost realizate cu ajutorul lianților de tip Doroport [3] lucrări de reciclare la rece in situ și s-au realizat straturi rutiere noi cu rol de strat de bază sau de fundație.

Toate structurile rutiere proiectate trebuie verificate la acțiunea îngheț-dezgheț. Pentru a face acest lucru, se echivalează grosimea fiecărui strat realizat cu un strat echivalent prin folosirea coeficienților de echivalare.

În STAS 1709-1:1990 [4], în tabelul 3 sunt prezentați coeficienții de echivalare de tip c, iar la punctul 18 se recomandă pentru pământuri insensibile la îngheț folosirea coeficientului $c=1$, în urma determinării prin metoda din STAS 1709-2 și 3.

Pentru straturile stabilizate cu ajutorul lianților rutieri noi de tip Dorosol [1] și Doroport [3] nu există acești coeficienți de echivalare și cu toate acestea este necesară realizarea verificării la acțiunea îngheț-dezgheț. Pentru a putea răspunde la această problemă, am realizat în cadrul Holcim încercări de laborator pentru a verifica sensibilitatea la îngheț – dezgheț a pământurilor stabilizate cu lianți hidraulici speciali gama Dorosol [1], rezultatele arătând că se obține o insensibilizare a probelor.

Unul din factorii care influențează negativ durabilitatea structurii rutiere este acțiunea îngheț - dezgheț, care produce o serie de degradări, cum ar fi:

- fenomenul de umflare neregulată provocată de acumularea apei și transformarea acesteia în lentile de gheață în pământuri sensibile la îngheț, situate până la adâncimea de pătrundere a înghețului;
- diminuarea capacității portante a pământului de fundație în timpul dezghețului, determinată de sporirea umidității prin topirea lentilelor de gheață.

Degradările din îngheț-dezgheț se produc când există simultan următoarele condiții:

- pământ de fundație sensibil la îngheț;
- temperaturi negative pe o perioadă îndelungată, care permite migrarea și acumularea apei în pământul de fundație;
- posibilitatea de alimentare cu apă a frontului de îngheț în pământ (condiții hidrologice mediocre și defavorabile).

2. DESCRIEREA METODEI

În continuare se prezintă pe scurt metoda de lucru pe probe de pământ, fie natural, fie stabilizat cu lianți hidraulici speciali de tip Dorosol [1].

Probele de pământ natural și cele stabilizate cu lianți hidraulici speciali Dorosol [1] C30 sunt menținute pe durata încercării în condiții similare cu cele in situ (temperatură negativă la partea superioară: -8°C , temperatură pozitivă și alimentarea cu apă la partea inferioară), măsurându-se efectele produse de îngheț prin determinarea sporului de înălțime și creșterea umidității. Sensibilitatea la îngheț-dezgheț se determină pe baza determinării coeficientului de umflare la îngheț și a stării de consistență a pământului înghețat. Echipamentul utilizat este un frigider adaptat, cu compresor, capacitate 180 litri, care are 2 compartimente (unul la partea superioară, pentru temperaturi negative -8°C și unul la partea inferioară,

pentru temperaturi pozitive) separate de o placă din tablă de inox ca în figurile 1 și 2.



Fig. 1. Interiorul frigiderului standard



Fig. 2. Poziționarea cilindrilor din pământ stabilizat cu Dorosol [1] în frigider

Probele de pământ natural și/sau stabilizat cu lianți hidraulici speciali de tip Dorosol [1] au dimensiuni $H = 120 \text{ mm}$ și $\varnothing 100 \text{ mm}$ și au fost pregătite conform STAS 1913/13-1983 [5] Proctor Normal (în interior, central, este un fitil care stă permanent în apă). Se poziționează ca în figura 3.



Fig. 3. Cilindrii confectionați din pământ stabilizat cu Dorosol [1]

Probele se cântăresc inițial, se introduc în frigider, învelite în folie și respectând întocmai cerințele modului de lucru din STAS 1709/3:1990 [2]. Încercarea începe din momentul atingerii temperaturii de -8°C la suprafața epruvetelor și durează 7 zile. Din fiecare cilindru se extrag trei probe din zona cu concentrație maximă de lentile de gheață și se determină umiditatea pentru fiecare în parte.

Se determină Δh , sporul de înălțime al epruvetei, datorat înghețului precum și Z = adâncimea de pătrundere a înghețului ca diferență între înălțimea medie a epruvetei, h_1 și înălțimea medie a zonei rămase neînghețate, h_2 . Pentru calcularea I_c , indicele de consistență după dezgheț a pământului, este necesar să se cunoască limita superioară de plasticitate a pământului, conform STAS 1913/4:1986 [6] și umiditatea medie din zona înghețată, în procent.

Pentru fiecare parametru C_u și I_c se calculează valoarea medie pentru cele trei epruvete încercate, pe baza cărora se stabilește sensibilitatea la îngheț a pământului.

Pentru stabilizarea pământului natural s-au folosit 3,5% de liant hidraulic de tip Dorosol [1] C30 produs de Holcim Romania la stația de lianți rutieri de la Pitești. Acest liant este folosit pentru stabilizarea pământurilor coezive așa cum este și pământul folosit în această lucrare.

Gama lianților Dorosol [1] cuprinde 4 produse fiecare putând fi folosit pentru a trata o anumită gamă de pământuri coezive.

În fotografiile prezentate în continuare (figurile 4 și 5), se observă, după încheierea ciclului de păstrare în frigider timp de 7 zile la -8°C , că nu au apărut lentile de gheață la suprafața probei de pământ stabilizat cu Dorosol [1] C30 și nici în interiorul cilindrului (se vede foarte bine după secționarea cilindrului).

În figura 6 se poate observa cum în pământul natural nestabilizat au apărut lentile groase de gheață și a avut loc umflarea cilindrului.



Fig. 4. Cilindru din pământ stabilizat cu Dorosol [1] după efectuarea testului



Fig. 5. Cilindru din pământ stabilizat cu Dorosol [1] secționat după testare



Fig. 6. Cilindru din pământ natural la finalizarea testului

3. REZULTATE ȘI INTERPRETĂRI

În tabelul 1 se regăsesc câteva rezultate obținute pe un pământ tip argilă prăfoasă cafenie, cu umflări și contracții mari, stabilizată cu 3,5 % Dorosol [1] C30.

Tabel 1 Rezultate cu coeficienții de umflare și indicii de consistență pentru pământul stabilizat cu Dorosol [1]

Determinare	Proba 1	Proba 2	Proba 3	Medie	Condiții STAS 1709/2:1990
Indice de consistență, după îngheț, I_c	0,99	1,02	1,02	1,01	Peste 0,75
Coeficient de umflare, C_u	0,1	0,1	0,1	0,1	Sub 2

Ca urmare a acestui studiu, putem spune că în urma stabilizării cu lianți hidraulici speciali de tip Dorosol [1] C30, din punct de vedere al sensibilității la fenomenul de îngheț-dezgheț, acest tip de pământ PUCM – cu umflări și contracții mari, face trecerea de la un pământ sensibil la îngheț la un pământ insensibil în urma stabilizării cu Dorosol [1] C30.

4. CONCLUZII ȘI DEZVOLTĂRI ULTERIOARE

În urma acestui rezultat putem folosi pentru verificarea comportării stratului realizat din pământ stabilizat cu Dorosol [1] (pentru acest tip de pământ), coeficientul de echivalare **$c=1$** , ceea ce **arată o comportare foarte bună a pământului stabilizat cu Dorosol la acțiunea îngheț-dezgheț.**

În continuare trebuie realizate teste de acest tip și pentru alte tipuri de pământuri stabilizate cu Dorosol [1] pentru a stabili dacă obținem același tip de comportare pentru mai multe sau pentru toate categoriile de pământuri coezive întâlnite în practică.

Ca urmare a realizării acestor studii pentru o gamă mult mai largă de pământuri coezive și în urma obținerii unei baze extinse de rezultate, se poate solicita actualizarea tabelului cu coeficienți de echivalare c și pentru pământurile stabilizate cu lianți hidraulici de tip Dorosol [1].

Bibliografie

1. <https://www.holcim.ro/ro/produse-si-servicii/produse/lianti-hidraulici-speciali/dorosolr>
2. STAS 1709-3 – Determinarea sensibilității la îngheț a pământurilor de fundație. Metoda de determinare
3. <https://www.holcim.ro/ro/produse-si-servicii/produse/lianti-hidraulici-speciali/doroportr-tb>
4. STAS 1709-1 – Adâncimea de îngheț în complexul rutier
5. STAS 1913/13-1983- Determinarea caracteristicilor de compactare. Încercarea Proctor
6. STAS 1913/4:1986 – Determinarea limitelor de plasticitate