



UNIUNEA EUROPEANĂ



GUVERNUL ROMÂNIEI
MINISTERUL MUNCII, FAMILIEI,
PROTECȚIEI SOCIALE ȘI
PERSOANELOR VÂRSTNICE
AMPOSDRU



Fondul Social European
POSDRU 2007-2013



Instrumente Structurale
2007-2013



MINISTERUL
EDUCAȚIEI
NAȚIONALE
OIPOSDRU



UNIVERSITATEA
TEHNICĂ
DIN CLUJ-NAPOCA

Investește în oameni!

Proiect cofinanțat din Fondul Social European prin Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007-2013

AXA PRORITARĂ 1 "Educația și formarea profesională în sprijinul creșterii economice și dezvoltării societății bazate pe cunoaștere".

DOMENIUL MAJOR DE INTERVENȚIE 1.3 "Dezvoltarea resurselor umane în educație și formare profesională"

TITLUL PROIECTULUI: "Școală universitară de formare inițială și continuă a personalului didactic și a trainerilor din domeniul specializărilor tehnice și ingineresti - DidaTec"

COD CONTRACT: POSDRU/87/1.3/S/60891

BENEFICIAR: Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca

Laborator 5: Determinări asupra betonului proaspăt

Autor: S.I. dr. ing. Larisa Meliță

Departamentul de Căi Ferate, Drumuri, Poduri și Materiale
Universitatea Tehnică de Construcții București

Scop



În lucrarea de **Laborator nr. 5** de *Materiale de Instalații* aveți posibilitatea de a determina experimental proprietățile betonului proaspăt: densitatea și consistența. Pentru determinarea consistenței se vor utiliza metodele: tasării, Vebe, metoda gradului de compactare și a răspândirii. În acest scop veți lucra practic utilizând aparatura specifică de laborator.

Obiective



La finalul Laboratorului 5 veți putea să:

1. Determinați experimental densitatea și consistența unui beton proaspăt.
2. Clasificați betonul după densitate și clase de consistență.
3. Obțineți epruvete cubice, cilindrice și paralelipipedice din beton, necesare determinării rezistențelor acestuia, după întărire.

Durată



Durata medie de studiu și lucru în grup: 2 ore.



5.1. Noțiuni teoretice

Betonul este un material compozit, realizat prin amestecarea și omogenizarea cimentului, agregatului, apei și aditivi, prezentând după întărire un aspect de conglomerat cu structură eterogenă, caracterizat prin rezistențe mecanice specifice.

Betonul proaspăt reprezintă starea acestuia din momentul preparării până în momentul începerii prizei cimentului; în această perioadă betonul suferă deformații plastice și poate fi compactat prin diverse metode specifice.

În continuare sunt prezentate încercările ce vor fi efectuate pe betonul proaspăt, obținut prin amestecarea componentilor, conform calculelor din lucrarea nr. 4.

5.2. Determinarea densității

a) Principiul metodei constă în determinarea masei unei probe de beton proaspăt compactat într-un vas calibrat, de volum și masă constante.

b) Aparatura: masă vibratoare, cu o frecvență de 40 Hz (2400 cicluri pe minut); cântar capabil să determine masa betonului compactat, cu o precizie de 0,01 kg; vas calibrat, cu volum mai mare de 5 L; mistrie din oțel.

c) Modul de lucru (SR EN 12350-6/2010). Înainte de începerea determinării se cântărește vasul calibrat gol și se notează masa obținută cu m_1 (kg). Apoi, vasul se așează pe masa vibratoare, se umple cu beton proaspăt în două sau mai multe straturi și se compactează. Compactarea betonului se realizează imediat după ce a fost introdus în vas, pentru a se realiza compactarea completă, fără tendință excesivă de segregare (stratificarea componentilor pe bază de densitate).

După compactarea stratului superior, acesta se netezește până la partea superioară a vasului, utilizând o mistrie. Se curăță exteriorul vasului, iar vasul plin cu beton se cântărește și se obține o masă m_2 (kg).

d) Exprimarea rezultatelor. Densitatea betonului, ρ , se calculează cu relația:

$$\rho = \frac{m_2 - m_1}{V}, \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \quad \text{în care: } V \text{ este volumul vasului calibrat, m}^3 \quad (5.1)$$

5.3. Determinarea consistenței

Consistența caracterizează mobilitatea betonului proaspăt sub acțiunea masei proprii sau a unor forțe exterioare.

O consistență potrivită asigură umplerea cofrajului, înglobarea armăturii cât și păstrarea omogenității în timpul transportului, manipulării, compactării și finisării. Consistența betonului depinde de: dimensiunea maximă a granulelor agregatului și de granulozitatea lui, de raportul A/C și de aditivi.

În continuare se prezintă metodele folosite pentru determinarea consistenței betonului proaspăt.



5.3.1. Metoda tasării este utilizată pentru determinarea consistenței betonului proaspăt, care conține agregate cu dimensiunea maximă a granulelor mai mică de 40 mm.

a) Principiul metodei. Betonul proaspăt este compactat într-un tipar cu formă de trunchi de con; atunci când conul este ridicat vertical, distanța de tasare a betonului, h , (fig. 5.1) este o măsură a consistenței lui.

b) Aparatura: trunchi de con (baza mare 200 mm, baza mică 100 mm și înălțimea 300 mm), prevăzut în apropierea părții superioare cu două mânere; tijă de compactare din oțel; riglă; placă de bază pe care se așează trunchiul de con; scafă.

c) Modul de lucru (SR EN 12350-2/2010). Înainte de începerea determinării se umezesc suprafața interioară a trunchiului de con și placa de bază. Apoi, trunchiul de con se așează pe placa de bază, se fixează cu clemele de fixare, pentru a-l menține nemișcat în timpul umplerii, și se umple în trei staturi cu beton proaspăt. Fiecare strat se compactează cu 25 de lovituri de tijă de compactare, pe adâncimea lui, distribuite uniform pe secțiunea transversală a fiecărui strat. Dacă în urma compactării stratului superior betonul coboară sub marginea superioară a trunchiului de con atunci se adaugă mai mult beton pentru a menține continuu un exces de beton deasupra marginii superioare a trunchiului de con. După compactarea stratului superior, se nivelează suprafața acestuia până la partea superioară a formei prin mișcări de fierăstrău și de rulare a tijei de compactare, iar betonul căzut pe placa de bază se îndepărtează.

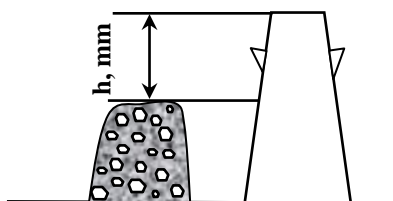


Figura 5.1. Măsurarea tasării

Decofrarea betonului se realizează prin ridicarea constantă, fără a deplasa betonul printr-o mișcare laterală sau de torsiune, a trunchiului de con pe direcție verticală; operația de ridicare durează între 2 s și 5 s. După îndepărtarea formei se măsoară și se înregistrează tasarea, h .

Operația de la începerea umplerii trunchiului de con și până la îndepărtarea acestuia, trebuie să se realizeze într-un interval de 150 s și fără întrerupere.

d) Exprimarea rezultatelor. Tasarea, h , reprezintă distanța între înălțimea trunchiului de con și înălțimea celui mai înalt punct al epruvetei tasate (fig. 5.1).

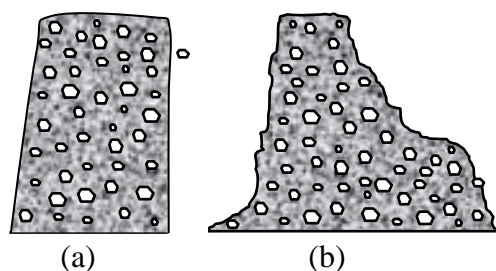


Figura 5.2. Forme de tasare

Dacă în urma ridicării trunchiului de con se obține un con de beton intact și simetric, per ansamblu (fig. 5.2a) atunci tasarea este reală, iar determinarea poate fi validată.

În cazul în care trunchiul de con din beton se foarfecă (fig. 5.2b) atunci încercarea se repetă.

Clasele de consistență conform tasării sunt prezentate în tab. 5.1.

Tabelul 5.1. Clase de tasare ("Slump")

Clasa	Tasare, h, mm
S1	de la 10 până la 40
S2	de la 50 până la 90
S3	de la 100 până la 150
S4	de la 160 până la 210
S5	≥ 220

5.3.2 Metoda Vebe se folosește pentru a determina consistența betonului proaspăt, care conține agregate cu dimensiunea maximă a granulelor mai mică de 63 mm.

a) Principiul metodei. Determinarea constă în introducerea betonului în trunchiul de con de la tasare, așezat pe masa vibratoare, ridicarea acestuia și coborârea unui disc transparent până când intră în contact cu betonul; se pornește masa vibratoare și se măsoară timpul Vebe, adică timpul necesar pentru ca suprafața interioară a discului transparent să fie în întregime în contact cu betonul (timpul de remodelare a betonului din formă tronconică în formă cilindrică).

b) Aparatura: aparat Vebe (consistometru) (fig. 5.3) format din recipient metallic de formă cilindrică cu diametrul interior de 240 mm și înălțimea de 200 mm; trunchiul de con de la tasare; masă vibratoare; pâlnie; disc transparent, orizontal, care culisează într-un manșon de ghidare, ce este montat pe un braț pivotant; tijă de compactare din oțel; cronometru; scafă;

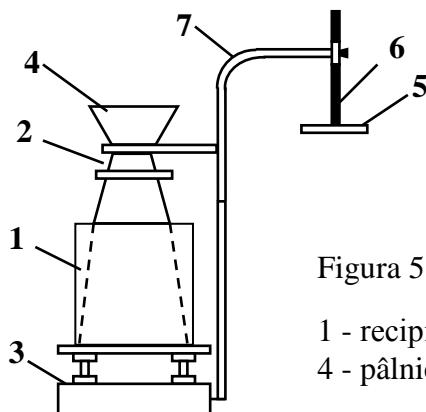


Figura 5.3. Aparat Vebe

1 - recipient de formă cilindrică, 2 - trunchi de con, 3 - masă vibratoare,
4 - pâlnie, 5 - disc transparent, 6 - tijă, 7 - braț pivotant

c) Modul de lucru (SR EN 12350-3/2010). Aparatul Vebe se așează pe o suprafață orizontală, plană, rigidă, asigurând-se că recipientul de formă cilindrică este fixat de masa vibratoare. Vasul tronconic, umezit în prealabil, se introduce în recipientul cilindric, iar la partea superioară se atașează o pâlnie. Se umple vasul tronconic în trei straturi, ca la tasare (vezi § 5.2.1.c). Apoi, se ridică trunchiul de con pe verticală în timp de 2 s până la 5 s fără să imprime betonului o mișcare laterală sau de torsiune. Se rotește discul transparent peste partea superioară a betonului și se coboară ușor până când atinge cel mai înalt punct al betonului. În acest moment se citește și se înregistrează valoarea tasării, după care discul este lăsat să alunece ușor în recipientul cilindric până ce se sprijină complet de suprafața betonului; simultan se pornesc masa vibratoare și cronometrul, iar prin discul transparent se urmărește compactarea betonului. Masa vibratoare și cronometrul se opresc în momentul în care suprafața inferioară a discului transparent este complet în contact cu betonul; se înregistrează timpul cronometrat.

d) Exprimarea rezultatelor. Timpul Vebe este timpul cronometrat de la sprijinirea completă a discului transparent pe suprafața betonului până în momentul opriri cronometrului; valoarea obținută se rotunjește la cea mai apropiată secundă.

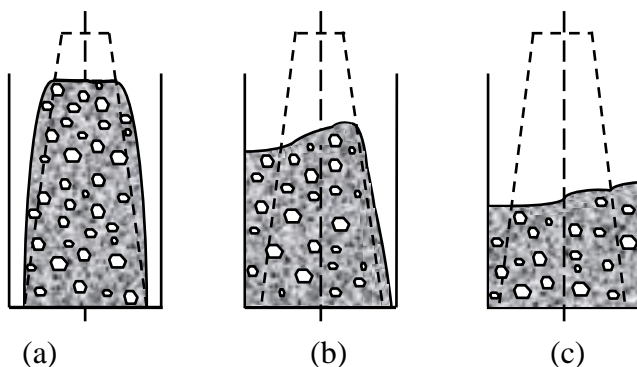


Figura 5.4. Forme de tasare

Dacă în urma ridicării recipientului de formă tronconică betonul s-a tasat, fără să atingă peretele recipientului cilindric (fig. 5.4a), atunci vorbim de o tasare măsurabilă.

În cazul în care betonul tasat a atins peretele recipientului cilindric, a avut loc o tasare cu forfecare (fig. 5.4b) sau cu prăbușire (fig. 5.4c). Se consemnează tipul de tasare: măsurabilă, cu forfecare sau cu prăbușire.

Clasele Vebe sunt prezentate în tab. 5.2.

Tabelul 5.2. Clase Vebe

Clasa	Vebe, s
V0	≥ 31
V1	de la 30 până la 21
V2	de la 20 până la 11
V3	de la 10 până la 6
V4	de la 5 până la 3

5.3.3. Metoda determinării gradului de compactare se aplică betoanelor proaspete care conțin agregate cu dimensiunea maximă a granulelor mai mică de 63 mm.

a) Principiul metodei. Se umple un vas paralelipedic cu beton în stare afânătă, apoi betonul este compactat prin vibrare și se măsoară distanța de la suprafața betonului compactat până la marginea superioară a recipientului, s , (fig. 5.5); raportul dintre înălțimea inițială (400 mm) și după compactare a betonului (400- s) reprezintă gradul de compactare.

b) Aparatura: recipient paralelipedic de 200 x 200 x 400 mm; mistrie; masă vibratoare; riglă.

c) Modul de lucru (SR EN 12350-4/2010). Recipientul, cu suprafețele interioare bine curățate și umezite, se așează pe masa vibratoare și se umple cu beton proaspăt cu ajutorul mistriei; betonul este lăsat să cadă liber pe cele patru laturi ale recipientului.

După umplerea recipientului, excesul de beton de deasupra marginilor superioare se îndepărtează cu ajutorul riglei nivelatoare printr-o mișcare de fierăstrău, astfel încât să fie evitat efectul de compactare.

Betonul se compactează prin vibrare, cu ajutorul masei vibratoare, până când nu se mai constată reducerea volumului. În timpul compactării se evită pierderea de beton prin împrăscare sau scurgere.

După operația de compactare a betonului, se determină valoarea medie, s , (fig. 5.5) prin măsurarea, cu exactitate de un milimetru, a celor patru distanțe de la suprafața betonului compactat

până la marginile superioare ale recipientului; măsurarea distanței se realizează la mijlocul fiecărei laturi a recipientului.

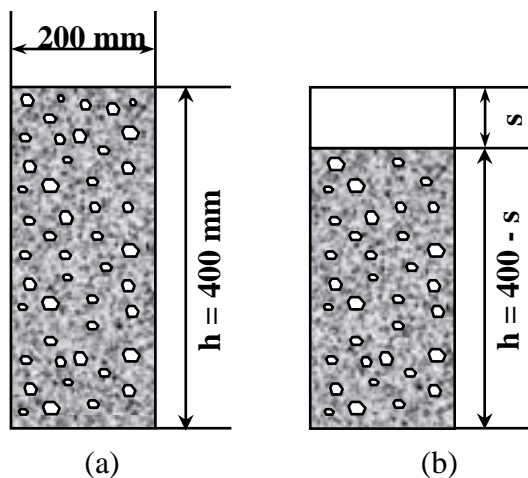


Figura 5.5. Beton proaspăt introdus în recipient
(a) - înainte de compactare,
(b) - după compactare

d) Exprimarea rezultatelor. Gradul de compactare, C, se calculează cu relația:

$$C = \frac{400}{400 - s}$$

în care: s - valoarea medie, rotunjită la un milimetru, a celor patru distanțe de la suprafața betonului compactat până la marginile superioare ale recipientului. (5.2)

Clasele de consistență, conform gradului de compactare, sunt prezentate în tab. 5.3.

Tabelul 5.3. Clase de compactare

Clasa	Indice de compactare
C0	$\geq 1,46$
C1	de la 1,45 până la 1,26
C2	de la 1,25 până la 1,11
C3	de la 1,10 până la 1,04

5.3.4. Metoda cu masa de răspândire nu se aplică pentru betonul autocompactant și pentru betonul care conține agregat cu dimensiunea maximă mai mare de 63 mm.

a) Principiul metodei constă în determinarea consistenței betonului prin măsurarea răspândirii acestuia pe o suprafață plană, care este supusă la zgâlțâire.

b) Aparatura: masă de răspândire (fig. 5.6) este formată dintr-o masă cu dimensiunile de 700 x 700 mm, prevăzută în centru cu un cerc central cu diametrul de 210 mm și la colțurile din față cu două opritoare; trunchi de con gol (cu diametrul la bazei mari de 200 mm, diametrul bazei mici de 130 mm și înălțimea de 200 mm); bară de compactare; riglă; canciog; cronometru.

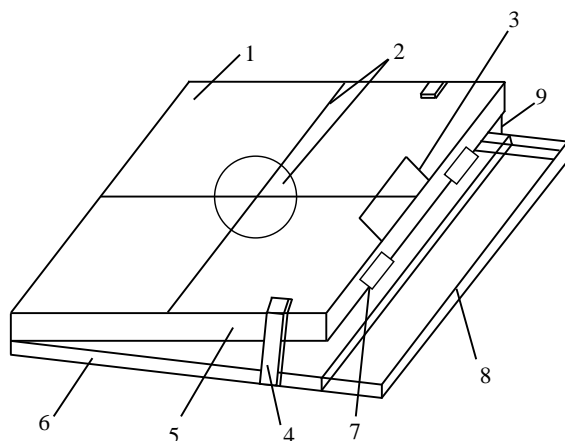
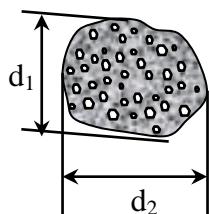


Figura 5.6. Masa de răspândire

1 - placă de metal, 2 - marcaje, 3 - mâner de ridicare,
4 - opritor superior, 5 - partea superioară a mesei, 6 -
ramă de bază, 7 - opritor inferior, 8 - mâner, 9 -
limitator de cursă

c) Modul de lucru (SR EN 12350-5/2010). Înainte de încercare, masa de răspândire, așezată pe o suprafață plană și orizontală, lipsită de vibrații și șocuri exterioare, și trunchiul de con se curăță și se umezesc cu ajutorul unei țesături hidrofili. Apoi, trunchiul de con se așează în centrul mesei de răspândire și se umple cu beton în două straturi egale utilizând un cancioc; fiecare strat se nivelează și se înțeapă de zece ori cu bara de compactare. Dacă este necesar, se adaugă mai mult beton, la stratul al doilea, pentru a menține un exces deasupra părții superioare a tiparului.

Apoi, stratul de beton se netezește la muchia superioară a trunchiului de con utilizând bara de compactare, iar după 30 s de la netezirea betonului se ridică, vertical, trunchiul de con în timp de 1 s până la 3 s. Se ridică partea superioară a mesei până când atinge opritorul superior și se lasă să cadă liber; se repetă acest ciclu de 15 ori, iar durata unui ciclu este între 1 s și 3 s. Se măsoară cu rigla dimensiunea maximă a betonului răspândit în două direcții, d_1 și d_2 (fig. 5.7), paralel cu muchiile mesei; cele două valori sunt rotunjite cu 10 mm.



d) Exprimarea rezultatelor. Răspândirea, F , se calculează cu relația:

$$F = \frac{d_1 + d_2}{2} \quad (5.3)$$

unde: d_1 este dimensiunea maximă a răspândirii betonului, paralelă cu una din muchiile mesei, d_2 - dimensiunea maximă a răspândirii betonului, paralelă cu cealaltă muchie a mesei.

Figura 5.7. Măsurarea răspândirii

Clasele de răspândire sunt prezentate în tab. 5.4.

Tabelul 5.4. Clase de răspândire ("Flow test")

Clasa	Diametrul răspândirii, mm
F1	≤ 340
F2	de la 350 până la 410
F3	de la 420 până la 480
F4	de la 490 până la 550
F5	de la 560 până la 620
F6	≥ 630



5.4. Determinări experimentale în grup (subgrupe de lucru)

Se va prepara *betonul proaspăt* parcurgând următoarele etape:

1. Se omogenizează în stare solidă agregatul (cântărit pe sorturi granulare, conform cantităților obținute, prin calcul, în lucrarea nr.4) cu cimentul;
2. Se adaugă o parte din apa măsurată (cca. 80%) și se continuă omogenizarea câteva minute;
3. Se adaugă apoi și cantitatea finală de apă în care s-a introdus soluția concentrată de aditiv și se continuă omogenizarea.
4. Pe betonul proaspăt obținut se va *determina clasa lui de consistență* prin cele 4 metode prezentate anterior: tasare, Vebe, compactare și răspândire. Consistența aleasă în proiectarea compoziției, din lucrarea nr.4, a fost S3.
5. Cu acest beton se vor turna următoarele epruvete: 2 cuburi cu latura de 150 mm, 1 cub cu latura de 100 mm, 1 prismă de 100x100x550 mm și 1 cilindru cu diametrul și generatoarea de 150 mm.
6. Modul de lucru (SR EN 12390-2/2009) pentru *turnarea epruvetelor*.
7. Tiparele, unse în prealabil cu ulei, vor fi umplute cu beton proaspăt în mai multe straturi, pentru a se realiza o compactare completă fără segregare excesivă; betonul ales în lucrarea nr.4 este un beton plastic, de aceea o vibrație, folosind masa vibratoare, 1-2 secunde se dovedește suficientă. Betonul este compactat complet, când pe suprafața acestuia nu mai apar bule de aer, suprafața devine relativ netedă cu aspect glazurat;
8. După compactare, se îndepărtează excesul de beton de deasupra marginii superioare a tiparului și se netezește suprafața; această suprafață marchează clar și vizibil direcția de turnare.
9. Betonul se lasă în tipar cel puțin 16 ore, dar nu mai mult de 3 zile, la temperatură de $(20 \pm 5)^{\circ}\text{C}$, protejat împotriva șocului, vibrației și deshidratării.
10. După decofrare, epruvetele se păstrează în apă la o temperatură de 20°C sau într-o cameră la 20°C și umiditate relativă $\geq 95\%$ până ce vor fi testate la lucrarea următoare.

5.5. Cerințe pentru interpretarea rezultatelor

- După determinarea densității betonului proaspăt se verifică în ce categorie de beton intră acesta și se notează rezultatele;
- După determinarea compactității betonului, prin cele patru metode posibile, se precizează din ce clasă de consistență face parte betonul preparat;
- Notați valorile și concluziile obținute și prezentați-le profesorului coordonator de laborator;
- Urmăriți evaluarea profesorului coordonator cu privire la activitățile desfășurate de dumneavoastră, în cadrul laboratorului, precum și transmiterea concluziilor și recomandărilor.





5.6. Concluzii

- ✓ S-au determinat experimental **densitatea și consistența** unui beton proaspăt obținut, în laborator, ca urmare a compoziției calculate în lucrarea de laborator nr. 4: *Stabilirea compoziției betonului. Exemplu de calcul.*
- ✓ S-au discutat rezultatele experimentale obținute prin comparație cu valorile corespunzătoare date de standardele în vigoare și de normativul NE 012-1/2007.
- ✓ S-au comentat eventualele neconcordanțe între valorile densității și consistenței betonului preparat, rezultate din calcul sau alese din normativul NE 012-1/2007, și valorile experimentale obținute în laborator.

Bibliografie

1. Popescu, M., Mitu, C., Meliță, L., *Materiale de Instalații – Lucrări de laborator*, Editura Conspress, București, 2012, ISBN 978-973-100-199-9, pag. 38-43.

