



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 7: Determinări pe beton întărit și materiale din polimeri

Autor: S.I. dr. ing. Larisa Meliță  
Departamentul de Căi Ferate, Drumuri, Poduri și Materiale  
Universitatea Tehnică de Construcții București

## Scop



În **Laboratorul 7** de *Materiale de Instalații* veți efectua determinări experimentale pe beton întărit și materiale din polimeri. Astfel, veți avea posibilitatea să determinați densitatea reală, rezistența la compresiune, la încovoiere și rezistența la tracțiune prin despicare pentru beton întărit, iar pe materiale din polimeri veți putea determina caracteristicile efort-deformare la tracțiune pentru un elastomer (cauciuc vulcanizat), un plastomer (folie de polietilenă) și un polimer rigid (polistiren rigid) și rezistența la încovoiere statică respectiv dinamică pentru polistirenul rigid.

## Obiective



La finalul Laboratorului 7 veți putea să:

1. Determinați experimental și să calculați densitatea, rezistența la compresiune, la încovoiere și rezistența la tracțiune prin despicare pentru beton întărit;
2. Determinați experimental și să calculați caracteristicile efort-deformare și rezistența la tracțiune pentru: elastomer, plastomer și polimer rigid;
3. Efectuați determinarea rezistențelor la încovoiere statică și prin șoc pentru un polimer rigid cu ajutorul unui poanson și a aparatului Dynstat;
4. Să faceți corelații între caracteristicile, proprietățile fizico-mecanice ale betonului întărit și materialelor din polimeri și structura acestora.

## Durată



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





## 7.1. Încercări pe beton întărit

**Betonul întărit** este un material compozit, obținut din amestecuri bine omogenizate de ciment, agregate, apă și aditivi care, după întărirea cimentului, are aspectul unui conglomerat artificial, cu rezistențe mecanice și fizico-chimice.

### 7.1.1. Confecționarea epruvetelor

**Forma și dimensiunea epruvetelor** (SR EN 12390-1/2005). Epruvetele se obțin în urma întăririi betonului proaspăt, care a fost turnat în tipare cu formă de cub, cilindru și prismă. Alegerea dimensiunii tiparului se face în funcție de dimensiunea maximă ( $d_{\max}$ ) a agregatului, folosit la prepararea betonului, și anume: dimensiunea de bază,  $d$  a epruvetei, trebuie să fie aleasă astfel încât să fie cel puțin de 3,5 ori dimensiunea maximă a agregatului. Dimensiunile de bază ale epruvetelor sunt: 100 mm, 150 mm, 200 mm, 250 mm și 300 mm.

Epruvetele din beton întărit sunt obținute cu betonul proaspăt de la lucrarea Nr. 5, turnat în tipare.

### 7.1.2. Determinarea densității reale (aparente)

**a) Principiul metodei** constă în determinarea masei epruvetei din beton și raportarea acesteia la volumul ei.

**b) Aparatura:** riglă; balanță cu precizia de 0,1%.

**c) Modul de lucru** (SR EN 12390-7/2009). Determinarea *masei* epruvetei se realizează prin cântărire la balanță; masa epruvetei se notează cu  $m$  (kg). *Volumul* epruvetei,  $V_a$  (m<sup>3</sup>), se poate determina prin calcul, pe baza formulelor matematice, măsurând dimensiunile epruvetei cu ajutorul unei rigle.

**d) Exprimarea rezultatelor.** Folosind valorile determinate anterior, pentru masa și volumul epruvetei, se calculează densitatea reală (aparentă) ( $\rho_a$ ) cu ajutorul relației:

$$\rho_a = \frac{m}{V_a}, \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \quad (7.1)$$

### 7.1.3. Determinarea rezistențelor mecanice

**7.1.3.1. Determinarea rezistenței la compresiune** se realizează pe epruvete cubice, cilindrice sau carote.

**a) Principiul metodei** constă în aplicarea unei forțe uniform crescătoare până la ruperea epruvetei din beton, înregistrarea forței maxime la care s-a produs ruperea și calcularea rezistenței la compresiune.

**b) Aparatura:** mașină de încercare la compresiune.

**c) Modul de lucru** (SR EN 12390-3/2009). Epruveta se poziționează în mașina de încercare astfel încât forța să se aplice perpendicular pe direcția de turnare. Se aliniază două plăci metalice față de partea de sus și de jos a epruvetei; suprafața plăcilor este egală cu suprafața epruvetei. Apoi, se alege o viteză de încărcare în domeniul ( $0,6 \pm 0,2$ ) MPa/s (N/mm<sup>2</sup>·s), iar la viteza aleasă se va aplica pe



epruvetă o forță, care crește continuu și constant până în momentul ruperii; se înregistrează forța maximă la care s-a produs ruperea (fig. 7.1).

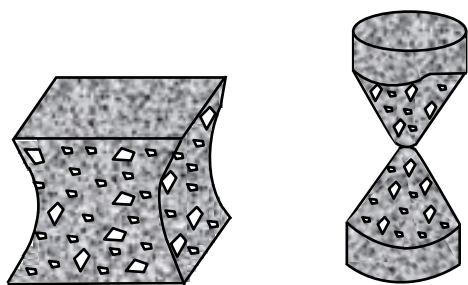


Figura 7.1 - Ruperea epruvetelor  
a - epruvetă cubică; b - epruvetă cilindrică

**d) Exprimarea rezultatelor.** Rezistența la compresie,  $f_c$ , se calculează cu relația 7.2, iar valoarea obținută trebuie rotunjită cu 0,1 MPa.

$$f_c = \frac{F}{A}, \left[ \text{MPa}, \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \right] \quad \text{unde: } F \text{ este forța maximă la rupere, în N; } A - \text{secțiunea transversală a epruvetei pe care a acționat forța, în mm}^2 \quad (7.2)$$

Valoarea rezistenței la compresie, la 28 de zile, reprezintă **rezistența caracteristică**,  $f_{ck}$  (c - “compression”, k - “characteristic”), exprimată în MPa; această mărime caracterizează clasa de rezistență a betonului. Verificarea rezistenței caracteristice se face de către stațiile de betoane, prin încercări pe 3 cuburi cu latura de 150 mm, la 28 de zile; betonul proaspăt pentru cuburi este prelevat dintr-o șarjă de 400 m<sup>3</sup>; se consideră că betonul are clasa proiectată dacă rezistența medie obținută ( $f_{cm}$ ) îndeplinește condițiile  $f_{cm} \geq f_{ck} + 6$ , pentru o stație de beton foarte performantă sau

$f_{cm} \geq f_{ck} + (10-12)$ , pentru o stație de beton puțin performantă (vezi lucrarea 4, § 4.1.1.).

### 7.1.3.2. Determinarea rezistenței la încovoiere

**a) Principiul metodei.** O epruvetă prismatică este supusă la încovoiere prin aplicarea unei forțe ( $F$ , fig. 7.2) de către rolele de încărcare și de reazeme, se înregistrează forța maximă la rupere și se calculează rezistența la încovoiere.

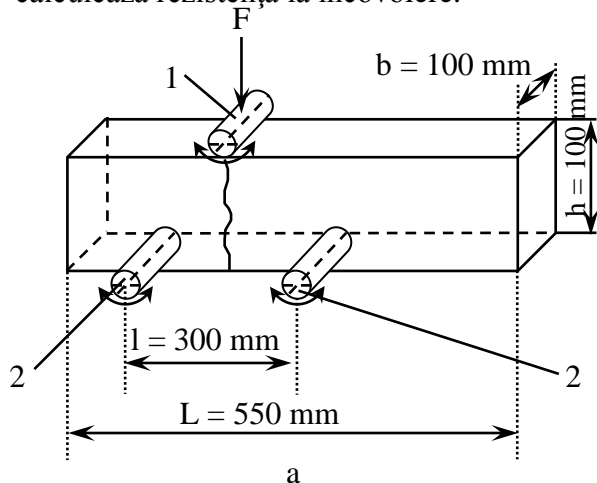
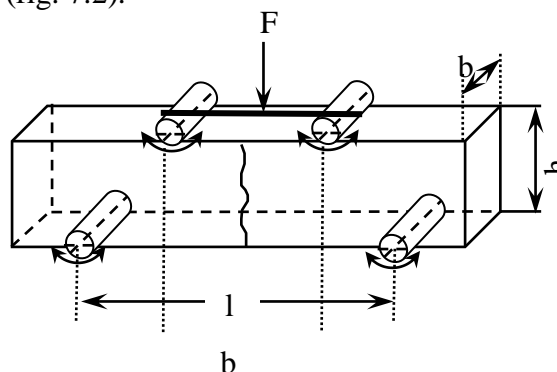


Figura 7.2 - Poziționarea epruvetei prismatice pentru încercarea la încovoiere, prin încărcare într-un punct (a) și în două puncte (b)

**b) Aparatura:** mașina de încercare la încovoiere cuprinde un dispozitiv pentru aplicarea forței, care este alcătuit din: rolă de încărcare (1) și două role de reazem (2), așezate la distanța de 300 mm (fig. 7.2).



**c) Modul de lucru** (SR EN 12390-5/2009). Epruveta se centrează în mașina de încercare, astfel încât direcția de încercare să fie perpendiculară pe direcția de turnare a epruvetei. Se alege o viteză încărcare în domeniul (0,04 - 0,06) MPa/s, iar la viteza aleasă se aplică pe epruvetă o forță,  $F$ , la mijlocul distanței dintre cele două role de reazem, fără șoc, care crește continuu până în momentul ruperii; se înregistrează forța maximă la care s-a produs ruperea. Se fac 2 determinări pe aceeași epruvetă și se folosește în calcul media lor.

**d) Exprimarea rezultatelor.** Rezistența la încovoiere,  $f_i$  se calculează cu relația 7.3, iar rezultatul trebuie rotunjit cu 0,1 MPa.

$$f_i = \frac{3 \cdot F \cdot l}{2 \cdot b \cdot h^2}, [\text{MPa}] \quad \text{unde: } F \text{ este forța maximă la rupere, în N; } l - \text{distanța dintre rolele de reazem, în mm; } b \text{ și } h - \text{lățimea și respectiv înălțimea epruvetei, în mm (fig. 7.2)} \quad (7.3)$$

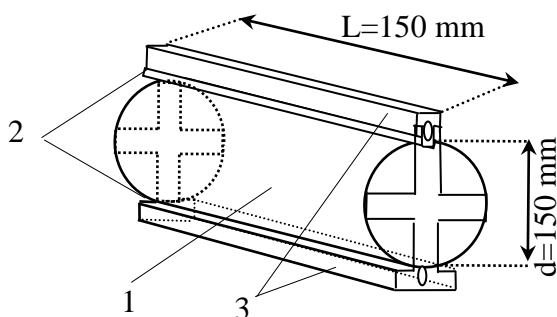
Rezistența la încovoiere poate fi utilizată pentru calcularea *rezistenței la tracțiune (întindere) din încovoiere*,  $f_{ti}$ , cu o formulă empirică:

$$f_{ti} = 0,59 \cdot f_i = 0,875 \cdot \frac{F \cdot l}{b \cdot h^2} \quad (7.4)$$

Rezistența la încovoiere reprezintă un indice de calitate pentru betonul rutier: BcR3,5; BcR4,0; BcR4,5 și BcR5,0; unde: BcR - beton de clasă rutieră, iar 3,5; 4,0; 4,5 și 5,0 - rezistențele caracteristice la încovoiere, în MPa.

**7.1.3.3. Determinarea rezistenței la tracțiune prin despicare** se realizează pe epruvete cilindrice la care raportul lungime/diametru să fie cât mai apropiat de 1.

**a) Principiul metodei** constă în aplicarea unei forțe concentrate în lungul epruvetei cilindrice.



**b) Aparatura:** mașină de încercare (fig. 7.3); benzi de fixare dure.

Figura 7.3 - Poziționarea epruvetei cilindrice pentru încercarea la tracțiune, 1-epruvetă cilindrică, 2-benzi de fixare dure, 3-piesă de încărcare din oțel

**c) Modul de lucru** (SR EN 12390-6/2005). Epruveta se așează central în mașina de încercare și se pun cu grijă benzile de fixare. Se selectează o viteză de încărcare în domeniul (0,04 - 0,06) MPa/s și se aplică pe epruvetă o forță, care crește continuu până la ruperea epruvetei; se înregistrează forța maximă la care s-a rupt epruveta.

**d) Exprimarea rezultatelor.** Rezistența la tracțiune prin despicare,  $f_{td}$ , se calculează cu relația:

$$f_{td} = \frac{2 \cdot F}{\pi \cdot A}, [\text{MPa}] \quad \text{unde: } F \text{ este forța maximă la care a avut loc ruperea, în N; } A - \text{secțiunea pe care a acționat forța (150 x 150 mm), în mm}^2 \quad (7.5)$$

#### 7.1.4. Determinări experimentale

Rezistențele mecanice se calculează cu relațiile 7.2 - 7.5, iar valorile obținute sunt centralizate în tabelul 7.1. Se vor comenta rezultatele din tabel.

Tabelul 7.1 - Valorile rezistențelor mecanice

Rezistența, în $\text{N/mm}^2$ , la	Simbol	f, MPa
Compresiune	$f_c$	
Încovoiere	$f_i$	
Tracțiune prin	încovoiere	$f_{ti}$
	despicare	$f_{td}$

## 7.2. Încercări pe materiale din polimeri

**Materialele din polimeri** conțin, în principal, un polimer cu grad ridicat de polimerizare (sau policondensare), iar într-un anumit stadiu al transformării lor în produs finit sunt plastice, de aceea se mai numesc și *mase plastice*.

**Polimerii** sunt compuși organici, naturali, artificiali sau de sinteză, cu masă moleculară mare, obținuți dintr-un număr mare de molecule mici, nesaturate, numite *monomeri*.

În funcție de proprietățile termomecanice polimerii se clasifică în: *elastomeri* (cauciuc natural și sintetic etc.), caracterizați prin elasticitate mare, *plastomeri* (polietilena, policlorura de vinil etc.), caracterizați prin plasticitate mare și *polimeri rigizi* (polistiren rigid etc.), caracterizați prin rezistențe mecanice mari.

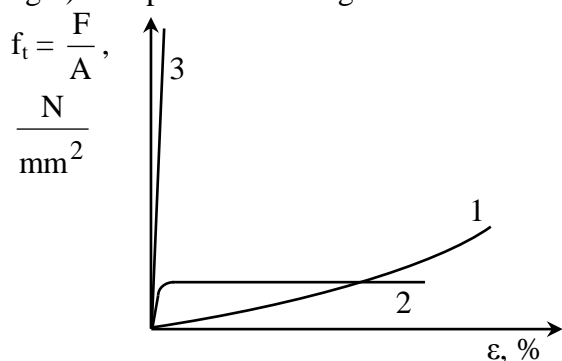
În funcție de comportarea la încălzire polimerii se împart în: *polimeri termoplastici*, care se înmoaie prin încălzire iar la răcire se rigidizează, și *polimeri termoreactivi*, care la încălzire devin din ce în ce mai rigizi.

În continuare sunt prezentate principalele încercări pe polimer elastic, polimer plastic și polimer rigid.

### 7.2.1. Caracteristici efort-deformare la tracțiune

#### 7.2.1.1. Curbe efort-deformare

Curbele caracteristice efort-deformare ( $f_t$ - $\epsilon$ ), pentru cele 3 tipuri de polimeri (elastic, plastic și rigid) sunt prezentate în figura 7.4. Curba 1 corespunde unui polimer elastic (cauciuc vulcanizat),



caracterizat printr-o deformare elastică majoritară, curba 2 corespunde unui polimer plastic (folie de polietilenă), ce prezintă deformare plastică majoritară (cu o zonă de curgere mare), iar curba 3 este specifică unui polimer rigid (polistiren rigid), cu rezistență la întindere mare.

Figura 7.4 - Curbele caracteristice pentru: 1-polimer elastic, 2-polimer plastic, 3-polimer rigid



### 7.2.1.2. Determinarea caracteristicilor efort-deformare la tracțiune pentru un elastomer (cauciuc vulcanizat)

a) **Principiul metodei** constă în alungirea unei epruvete standardizate, în formă de inel, într-o mașină de încercare la tracțiune.

b) **Aparatura:** mașină de încercare la tracțiune; șubler pentru măsurarea diametrului interior și exterior al epruvetei de încercat; epruvete inelare (fig. 7.5).

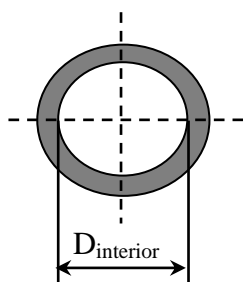


Figura 7.5 - Forma epruvetei inelare

c) **Modul de lucru** (SR ISO 37/2010). Înainte de încercare se măsoară diametrul interior ( $D_{\text{interior}}$ , mm), diametrul exterior ( $D_{\text{exterior}}$ , mm) și suprafața ( $A$ , mm<sup>2</sup>) epruvetei inelare care urmează a fi încercată. Apoi, epruveta se montează în jurul a două roți de transmisie ( $d_{\text{roată transmisie}} = 25$  mm), se pornește mașina de încercare și se urmărește continuu distanța dintre roțile de transmisie și creșterea forței în timpul încercării. În final se citește forța maximă ( $F$ , N) la care s-a produs ruperea și se măsoară lungimea în momentul ruperii ( $L_t$ ) și lungimea după rupere ( $L_p$ ).

d) **Exprimarea rezultatelor.** În momentul ruperii lungimea  $L_t$  ( $L_t = \pi \cdot d + 2 \cdot L_r$ , fig 7.6), conține deformația *totală* a epruvetei (plastică și elastică), iar după rupere lungimea  $L_p$  conține doar deformația *plastică*; cu acestea se calculează *alungirea totală* ( $\epsilon_t$ ) și *plastică* ( $\epsilon_p$ ), în %. *Alungirea elastică* se calculează prin diferența dintre alungirea totală și cea plastică.

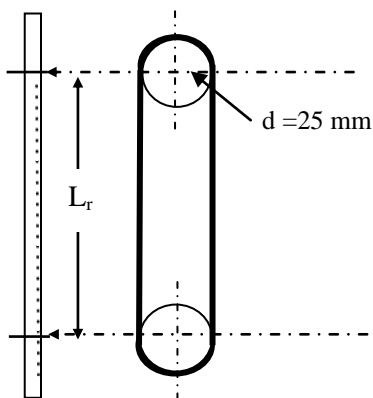


Figura 7.6. Lungimea epruvetei de cauciuc în momentul ruperii ( $L_t$ )

$$L_0 = \pi \cdot D_{\text{interior}}, \text{ mm}; \quad d_{\text{roată transmisie}} = 25 \text{ mm} \quad (7.7)$$

$$\epsilon_t = \frac{\Delta L_t}{L_0} \cdot 100 = \frac{L_t - L_0}{L_0} \cdot 100 = \frac{(\pi \cdot d + 2 \cdot L_r) - L_0}{L_0} \cdot 100 \% \quad (7.8)$$

$$\epsilon_p = \frac{\Delta L_p}{L_0} \cdot 100 = \frac{L_p - L_0}{L_0} \cdot 100, \% \quad (7.9)$$

$$\epsilon_e = \epsilon_t - \epsilon_p, \% \quad (7.10)$$

$$f_t = \frac{F}{2 \cdot A}, \text{ MPa} \quad (7.11)$$

unde:  $\epsilon_t$ ,  $\epsilon_p$ ,  $\epsilon_e$  - alungirea totală, plastică și elastică, în %;  $\Delta L_t$  - creșterea lungimii totale în momentul ruperii, în mm;  $\Delta L_p$  - creșterea lungimii după rupere, în mm;  $L_0$  - lungimea inițială a epruvetei, în mm;  $f_t$  - rezistența la tracțiune, în MPa,  $F$  - forța maximă, în N,  $A$  - aria secțiunii, în mm<sup>2</sup>

### 7.2.1.3. Determinarea caracteristicilor efort-deformare la tracțiune pentru un plastomer (folie de polietilenă)

a) **Principiul metodei** constă în alungirea unei epruvete în lungul axei principale cu o viteză constantă, până la rupere; în timpul încercării se măsoară forța suportată de epruvetă și alungirea ei (în momentul ruperii și după rupere).

b) **Aparatura:** mașină de încercare la tracțiune; șubler pentru a măsura lățimea și grosimea epruvetei de încercat; epruvete.

c) **Modul de lucru** (SR EN ISO 527-1/2000). Înainte de încercare se măsoară lungimea inițială ( $L_0$ , mm) și aria secțiunii transversale inițiale ( $A$ , mm) a epruvetei de încercat. Apoi, se așează epruveta în clemele mașinii, având grijă ca axa longitudinală a epruvetei să fie aliniată cu axa mașinii de încercare; clemele se strâng ferm pentru a evita orice alunecare a epruvetei. Se reglează viteza de încercare, se pornește mașina de încercare și se urmărește continuu forța și valorile corespunzătoare creșterii lungimii epruvetei (în eventualitatea că se trasează și curba caracteristică). În final se citește forța maximă ( $F$ , N), la care s-a produs ruperea, și se măsoară lungimea în momentul ruperii ( $L_t$ ) și lungimea după rupere ( $L_p$ ).

d) **Exprimarea rezultatelor.** Se calculează următoarele mărimi:

$$\varepsilon_t = \frac{\Delta L_t}{L_0} \cdot 100 = \frac{L_t - L_0}{L_0}, \% \quad \text{unde: } \varepsilon_t, \varepsilon_p, \varepsilon_e - \text{alungirea totală, plastică și elastică, în \%}; \Delta L_t - \text{creșterea lungimii totale în momentul ruperii, în mm}; \Delta L_p - \text{creșterea lungimii după rupere, mm}; L_0 - \text{lungimea inițială a epruvetei, între repere, în mm}; f_t - \text{rezistența la tracțiune, în MPa, } F - \text{forța maximă, în N,} \quad (7.12)$$

$$\varepsilon_p = \frac{\Delta L_p}{L_0} \cdot 100 = \frac{L_p - L_0}{L_0}, \% \quad (7.13)$$

$$\varepsilon_e = \varepsilon_t - \varepsilon_p, \% \quad (7.14)$$

$$f_t = \frac{F}{A}, \text{ MPa} \quad A - \text{aria secțiunii, în mm}^2 \quad (7.15)$$

### 7.2.1.4. Determinarea rezistenței la tracțiune pentru un polimer rigid (polistiren rigid)

Încercarea se execută pe epruvetă paralelipipedică din polistiren rigid cu lungimea inițială,  $L_0 = 100$  mm și secțiunea,  $A = 10 \times 4$  mm<sup>2</sup>; modul de lucru este ca la pct.7.2.1.3. Rezistența la tracțiune,  $f_t$ , se calculează cu relația:

$$f_t = \frac{F}{A}, \text{ MPa} \quad F - \text{forța maximă, în N, } A - \text{aria secțiunii, în mm}^2 \quad (7.16)$$

### 7.2.1.5. Determinări experimentale

Valorile pentru alungirea totală, plastică și elastică, precum și pentru rezistența la tracțiune a celor trei tipuri de polimeri (elastomer, plastomer și polimer rigid) sunt centralizate în tabelul 7.2. Se vor comenta rezultatele obținute în tabel.

Tabelul 7.2 - Valorile alungirilor și rezistenței la tracțiune

Polimer	$\varepsilon_t, \%$	$\varepsilon_p, \%$	$\varepsilon_e, \%$	$\frac{\varepsilon_p}{\varepsilon_t} \cdot 100$	$\frac{\varepsilon_e}{\varepsilon_t} \cdot 100$	$f_t, \text{MPa}$
Elastomer (cauciuc vulcanizat)						
Plastomer (folie de polietilenă)						
Polimer rigid (polistiren rigid)						

### 7.2.2. Determinarea rezistenței la încovoiere statică

a) **Principiul metodei** constă în supunerea la încovoiere a unei epruvete, rezemată ca o grindă, iar la mijlocul deschiderii se acționează cu o forță,  $F$ , prin intermediul unui poanson, fig. 7.6, până la rupere; în timpul încercării se citește la mașina de încercare momentul încovoiator ( $M$ ) suportat de către epruvetă.

b) **Aparatura:** mașină de încercare; epruvetă standardizată cu lungimea  $L = 15 \text{ mm}$ , lățimea  $b = 10 \text{ mm}$  și grosimea  $h = 4 \text{ mm}$ .

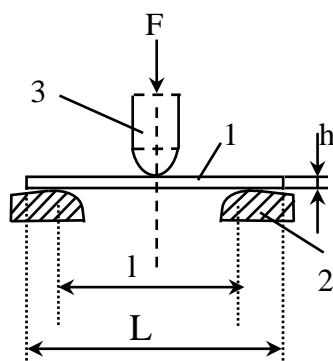


Figura 7.6 - Poziționarea epruvetei  
1-epruveta, 2-suporturi, 3-poanson sferic, l - lungimea deschiderii dintre suporturi

c) **Modul de lucru** (SR EN ISO 178/2003). Înainte de încercare se măsoară lățimea și grosimea epruvetei, se așează epruveta simetric pe cele două suporturi și se aplică o forță ( $F$ ) la mijlocul deschiderii (fig. 7.6).

d) **Exprimarea rezultatelor.** Se calculează rezistența la încovoiere,  $f_i$ , cu relația:

$$f_i = \frac{M}{w} = \frac{M}{\frac{b \cdot h^2}{6}}, \frac{N}{\text{mm}^2} \quad \text{unde: } M - \text{momentul încovoiator, } w - \text{modulul de rezistență, } b - \text{lățimea și } h - \text{grosimea epruvetei} \quad (7.17)$$

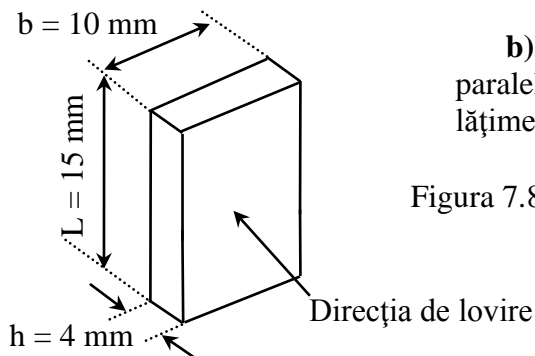
( $b = 10 \text{ mm}$ ,  $h = 4 \text{ mm}$ )

Pe cadranul mașinii de încercare citim momentul încovoiator ( $M$ ), exprimat în  $N \cdot \text{mm}$ .

7.2.3. **Determinarea rezistenței la încovoiere prin șoc** se face în scopul aprecierii fragilității sau tenacității materialelor plastice.

a) **Principiul determinării** constă în ruperea unei epruvete dintr-o singură lovitură aplicată acesteia prin intermediul unui pendul cu o anumită energie cinetică (2 J).





**b) Aparatura:** aparat Dynstat; epruvete cu formă paralelipipedică, cu sau fără crestătură, cu lungimea  $L = 15 \text{ mm}$ , lățimea  $b = 10 \text{ mm}$  și grosimea  $h = 4 \text{ mm}$  (fig. 7.8).

Figura 7.8 - Forma și dimensiunile epruvetei fără crestătură

**c) Modul de lucru** (STAS 6175/1980). Epruveta se prinde în aparat astfel încât pendulul să lovească frontal epruveta. Se aduce pendulul la un unghi de  $90^\circ$  față de epruvetă și se lasă să cadă liber. Acesta, în cădere va izbi epruveta și o va rupe. Se citește pe cadranul aparatului Dynstat lucrul mecanic consumat ( $W$ , exprimat în kJ) pentru ruperea epruvetei.

**d) Explicarea rezultatelor.** Se calculează rezistența la șoc,  $K$ , cu relația:

$$K = \frac{W}{A} = \frac{W}{b \cdot h}, \frac{\text{kJ}}{\text{m}^2} \quad \text{unde: } W - \text{lucrul mecanic consumat la ruperea epruvetei, citit la aparat, în N} \cdot \text{m (J), exprimat în kJ, iar } b \text{ și } h, \text{ lățimea, respectiv grosimea epruvetei (10 mm, respectiv 4 mm), exprimate în m.} \quad (7.18)$$

### 7.3. Determinări experimentale în grup (subgrupe de lucru)

Formați echipe de lucru în grup, alcătuite din 3-4 studenți, și parcurgeți următoarele etape:

- Determinați densitatea aparentă a betonului proaspăt, preparat în laborator, conform modului de lucru de la punctul 7.1.2.c și cu ajutorul relației 7.1;
- Determinați rezistența la compresiune pe epruvete cubice din beton întărit, măsurând forța maximă la rupere conform punctului 7.1.3.1. și utilizând relația 7.2;
- Determinați rezistența la încovoiere pentru betonul întărit, pe epruvete prismatice, conform instrucțiunilor de la punctul 7.1.3.2. și cu ajutorul relației 7.3;
- Determinați rezistența la tracțiune prin despicare conform punctului 7.1.3.3. și relației 7.5;
- Pentru epruvetele din cauciuc vulcanizat (elastomer), folie din polietilenă (plastomer) și polistiren rigid (polimer rigid) efectuați încercarea la tracțiune și determinați: lungimea inițială ( $L_0$ ), lungimea în timpul ruperii ( $L_p$ ), lungimea după rupere ( $L_t$ ), alungirea (totală, plastică și elastică) și rezistența la tracțiune ( $f_t$ ) pentru epruvetele analizate;
- Pentru polistirenul rigid determinați rezistența la încovoiere statică ( $f_i$ ), cu ajutorul poansonului din laborator, măsurând forța la rupere ( $F$ ) și rezistența la încovoiere prin șoc ( $K$ ), cu ajutorul aparatului Dynstat, citind pe cadranul aparatului lucrul mecanic consumat ( $W$ ) la ruperea epruvetei; utilizați relațiile de calcul 7.16. și 7.17.



#### 7.4. Cerințe pentru reprezentarea și interpretarea rezultatelor

- Comentați valoarea densității reale a betonului preparat în laborator și precizați din ce categorie de betoane face parte acesta;
- Completați tabelele 7.1 și 7.2 și comentați rezultatele obținute pentru fiecare polimer în parte: elastomer, plastomer și polimer rigid;
- Interpretați valorile rezistențelor la încovoiere statică și dinamică obținute, pentru polimerul rigid, și trageți concluziile corespunzătoare;
- Prezentați rezultatele obținute profesorului coordonator de laborator;
- Urmăriți evaluarea profesorului coordonator cu privire la activitățile desfășurate de dumneavoastră, în cadrul laboratorului, precum și transmiterea concluziilor și recomandărilor.

#### 7.5. Concluzii

- ✓ S-a determinat **densitatea reală (aparentă)** pentru un beton întărit obținut în laborator și s-a interpretat rezultatul;
- ✓ S-au determinat **rezistențele la compresiune, la încovoiere și tracțiune prin despicare** pe epruvete din beton întărit și s-au comentat rezultatele obținute;
- ✓ S-au determinat **caracteristicile efort-deformare** și **rezistența la tracțiune** pentru materialele din polimer: cauciuc vulcanizat (elastomer), folie de polietilenă (plastomer) și polistiren rigid (polistiren rigid) și s-au explicat rezultatele obținute;
- ✓ S-au determinat **rezistențele la încovoiere statică și dinamică** pentru polistiren rigid și s-a apreciat fragilitatea, respectiv tenacitatea materialelor din polistiren rigid;
- ✓ S-au făcut corelații între caracteristicile fizico-mecanice ale materialelor analizate și structura lor.

---

#### 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. 54-60.

