

## Noi abordari in standardul prEN 13791 „Evaluarea rezistentei betonului din structuri si elemente prefabricate”

New approaches in prEN 13701 standard „Assessment of in-situ compressive strength in structures and precast concrete components”

Dan Georgescu, Apostu Adelina

Universitatea Tehnica de Constructii Bucuresti B-dul  
Lacul Tei nr.124, Sector 2, Bucuresti, Romania  
danpaulgeorgescu@yahoo.com

**Rezumat:** *In februarie 2017 a fost publicat proiectul de revizuire a standardului European EN 13791 “Evaluarea in-situ a rezistentei la compresiune a structurilor si elementelor prefabricate din beton” care stabileste noi reguli privind determinarea/verificarea rezistentei caracteristice a betonului. In prezentul articol se prezinta principalele modificari propuse si implicatiile asupra actualului normativ romanesc NP 137 [2]. In articol se face o analiza comparativa intre prevederile actuale si propunerile de modificare a standardului european EN 13791 [1] a carui revizuire a avut drept obiectiv principal o mai buna armonizare cu alte standarde europene si, in special, cu Eurocodul EN 1990 [3].*

**Cuvinte cheie:** beton, rezistenta, compresiune, evaluare

**Abstract:** *In february 2017 was published by CEN a proposal to revise the European standard EN 13791" Assessment of in-situ compressive strength in structures and precast concrete components" which establishes new rules for the determination of the characteristic in-situ strength for structural assessment. This article shows the main changes proposed and its implications on the current Romanian norm NP 137 [2]. The article makes a comparative analysis of the current rules and proposals for revision of the European standard EN 13791 [1] whose revision was aimed in accordance with other European standards, mainly with EN 1990, Annex D [3].*

**Key words:** concrete, strenght, compression, assesment

### 1. Introducere

Propunerea de revizuire a standardului european EN 13791 [1] reprezinta, in fond, un nou concept in abordarea evaluarii rezistentei betonului din constructiile existente. Exista deosebiri majore intre cele doua documente care fac ca noua propunere de standard sa reprezinte practic un standard nou [4]. Analiza principalelor diferente intre cele doua documente se va face avand in vedere si prevederile normativului romanesc NP 137 [2] care a fost elaborat, in mare parte, in conformitate cu EN 13791 din 2006.

Propunerea de standard scoate in evidenta cele doua subiecte principale care sunt tratate in document:

- determinarea rezistenței caracteristice a betonului, în cazul construcțiilor existente;
- verificarea conformității rezistenței la compresiune a betonului din construcțiile noi cu cea prescrisă.

Aceste două componente ale standardului sunt tratate separat și conțin principii de abordare diferite: în primul caz nu se mai determină o clasă a betonului, ci o anumită rezistență caracteristică, iar în cel de-al doilea se verifică realizarea unei anumite clase.

În articol se vor prezenta, sintetic, principalele diferențe care apar în propunerea de standard față de ediția anterioară.

## **2. Determinarea rezistenței caracteristice in-situ a betonului**

Determinarea rezistenței caracteristice in-situ a betonului reprezintă o nouă abordare în propunerea de standard. Documentul prezintă modalitatea de determinare a unei rezistențe caracteristice a betonului și nu încadrarea într-o anumită clasă, așa cum era în ediția anterioară. Dispare astfel notiunea de rezistență caracteristică a betonului determinată in-situ asociată unei anumite clase definite în conformitate cu EN 206 (NE012-1). Această abordare este firească și într-un fel, mai practică, avându-se în vedere verificările prin calcul care trebuie să considere o anumită rezistență reală a betonului din construcții existente.

Determinarea rezistenței caracteristice in-situ a betonului implică parcurgerea mai multor etape:

- ✓ Selectarea metodelor de încercare
- ✓ Selectarea pozițiilor și zonelor de încercare
- ✓ Efectuarea încercărilor și colectarea datelor în vederea identificării uneia sau mai multor rezistențe caracteristice a betonului
- ✓ Evaluarea rezultatelor și analiza Grubb pentru identificarea valorilor „în afara” intervalului
- ✓ Determinarea rezistenței caracteristice in-situ.

### **2.1. Metode de încercare**

Metodele de încercare recomandate sunt aceleași cu cele prezente în majoritatea standardelor de profil: distructive (metoda carotelor) și nedistructive (metodele indicilor de recul și vitezei ultrasunetelor).

În standard se fac precizări legate de modalitatea de aplicare a acestor metode și, în special, în ceea ce privește aplicarea metodei extragerii și încercării carotelor care este esențială (și obligatorie), indiferent de metodele de evaluare aplicate.

Noi abordari in standardul prEN 13791 „Evaluarea rezistentei betonului din structuri si elemente preabricate”

In standard se fac precizari legate de utilizarea carotelor cu diametre mai mici de 80 mm (dar nu mai mici de 50 mm), pentru care se recomanda, din cauza variabilitatii mai mari a rezultatelor, ca raportul intre inaltime si diametru sa fie 1:1, spre deosebire de carotele cu diametre mai mari de 80 mm, la care se accepta atat rapoarte de 2:1, cat si 1:1.

De asemenea, fiind vorba de determinarea rezistentei caracteristice in-situ, se recomanda ca prelevarea, mentinerea si prelucrarea carotelor sa nu influenteze umiditatea betonului, astfel incat umiditatea carotelor sa fie aceeasi cu cea a betonului din structura.

## 2.2. Selectarea pozitiilor si zonelor de incercare

Standardul prezinta recomandari privind selectarea pozitiilor si a zonelor de incercare, inclusiv in functie de metoda de incercare aleasa. De altfel, in Anexa B se face o prezentare detaliata a criteriilor de alegere a pozitiilor si zonelor de incercare corelate cu scopul efectuării incercarilor si a metodelor utilizate.

2.3. Un aspect important scos in evidenta in standard este legat de existenta pentru o anumita structura a unei singure rezistente caracteristice a betonului sau a mai multor rezistente, implicit modul de identificare a acestora si de abordare. Aceasta problema apare in evaluarea rezistentei caracteristice dintr-o structura existenta din beton armat.

2.4. Un alt aspect de noutate il constituie evaluarea unui rezultat individual al rezistentei la compresiune obtinut prin incercarea carotelor in interiorul unui grup. Pentru aceasta, se propune o abordare statistica Grubb:

$$\frac{f_{c, is, highest} - f_{c, m(n) is}}{s} > G_p \quad (1)$$

$$\frac{f_{c, m(n) is} - f_{c, is, lowest}}{s} > G_p \quad (2)$$

unde  $G_p$  = valoarea critica stabilita in functie de numarul de rezultate.

Prin aplicarea acestui calcul, pot fi analizate/eliminate rezultatele care nu respecta inegalitatile (1) sau (2). Cauzele care conduc la obtinerea unor astfel de rezultate trebuie analizate cu atentie, putand conduce chiar la concluzii legate de existenta a doua “betoane”.

2. 5. Determinarea rezistenței in-situ poate fi făcută aplicând mai multe metode de evaluare.

2.5.1. Metode bazate pe rezultatele obținute prin încercarea carotelor

Metoda este prezentă și în actualul standard, dar sub o formă diferită cu două abordări A și B, în funcție de numărul de rezultate (abordare statistică și respectiv determinată):

### **Abordarea A [2]**

Rezistența caracteristică in-situ estimată a zonei de încercare este cea mai mică dintre valorile (mai mult de 15 rezultate):

$$f_{ck, is} = f_{m(n), is} - k_2 \cdot s \quad (3)$$

sau

$$f_{ck, is} = f_{is, min} + 4 \quad (4)$$

unde:

s este abaterea standard a rezultatelor încercării sau 2,0 N/mm<sup>2</sup>, indiferent care valoare este mai mare;

k<sub>2</sub> se va considera o valoare de 1,48.

Clasa de rezistență se obține în funcție de rezistența caracteristică in-situ estimată.

NOTA 1 – Estimarea rezistenței caracteristice utilizând cel mai mic rezultat al încercării pe carote are în vedere faptul că cel mai mic rezultat al încercării pe carote reprezintă cea mai mică rezistență din structură/element component considerat.

NOTA 2 – Atunci când distribuția rezistenței carotei provine de la două populații de rezultate, zona de încercare poate fi divizată în două zone de încercare.

### **Abordarea B [2]**

Rezistența caracteristică in-situ estimată a zonei de încercare este cea mai mică dintre valorile (între 3 și 14 rezultate):

$$f_{ck, is} = f_{m(n), is} - k \quad (5)$$

sau

$$f_{ck, is} = f_{is, min} + 4 \quad (6)$$

Valoarea limitei k depinde de numărul n de rezultate ale încercării și este dată în tabelul 1.

Tabelul 1

Limita k asociată unui număr mic de rezultate ale încercării

<b>n</b>	<b>k</b>
10 până la 14	5
7 până la 9	6
3 până la 6	7

Noul document propune o abordare unitara de la un numar de minimum 8 carote. De asemenea, relatia prezentata pentru valoarea minima a rezistentei este aceeași numai pentru rezistente ale betonului corespunzatoare claselor mai mari sau egale cu C20/25, pentru rezistente mai mici „marginea M” se reduce.

Rezistenta caracteristica in-situ a rezistentei la compresiune se considera ca fiind valoarea minima a rezistenta dintre:

$$f_{c, is, ck} = f_{c, m(n)is} - k_n s_s; \quad (s_s \text{ cea mai mare valoare dintre 3 sau abaterea standard calculata}) \quad (7)$$

unde  $k_n$  se considera in conformitate cu tabelul 2, sau:

$$f_{c, is, ck} = f_{c, is, lowest} + M \quad (8)$$

unde valorile lui M, in conformitate cu Tabelul 3

Table 2

$k_n$  Valori utilizate in formula (7)

$n$	8	10	12	16	20	30	$\infty$
$k_n$	2,00	1,92	1.87	1.81	1,76	1,73	1,64

Table 3

Valoarea marginii M ce va fi considerate in formula (8)

<b>Valoarea <math>f_{c, is, lowest}</math> in <math>N/mm^2</math></b>	<b>Margine in <math>N/mm^2</math></b>
$\geq 20$	4
$\geq 16 < 20$	3
$\geq 12 < 16$	2
$< 12$	1

2.5.2. Metode bazate pe rezultatele obtinute prin combinarea rezultatelor testelor indirecte cu cele pe carote

Si in acest caz, abordarea prezentata in noul standard este diferita de cea actuala. Sunt prezentate mai multe metode care pot fi aplicate:

- utilizarea testelor indirecte calibrate pe baza rezultatelor obtinute pe carote. Abordarea este probabilistica si necesita un minim de 10 perechi de rezultate (utilizarea unor ecuatii liniare de regresie);

Aceste metoda este „avansata” din punct de vedere al abordarii, dar este oarecum dificil de aplicat in practica.

- utilizarea unor teste indirecte. Aceasta metoda se aplica in cazurile unor volume reduse de beton, sub  $30 \text{ m}^3$ . Se determina aplicand metode indirecte, din zonele in care rezistenta betonului este cea mai scazuta, se extrag minimum 3 carote. Rezistenta medie a carotelor extrase in cazul in care rezultatele individuale nu variaza cu mai mult de 15% fata de valoarea medie reprezinta rezistenta caracteristica a betonului elementului structural analizat.

### **3. Evaluarea in cazurile in care conformitatea betonului bazata pe incercarile standard prezinta dubii**

Chiar daca, in linii generale, se pastreaza principiile de evaluare prezente in actualul standard si in acest caz abordarea este diferita. De asemenea, sunt introduse suplimentar doua abordari noi: „screening” test, inclusiv prin utilizarea unor teste indirecte.

- 3.1. Evaluarea rezistentei la compresiune pe baza rezultatelor obtinute pe carote. Aceasta abordare prezinta analiza in functie de volumul de beton care se analizeaza, considerandu-se ca o limita volumul de  $30 \text{ m}^3$ . In cazul unui volumul de beton este mai mare de  $30 \text{ m}^3$ , acesta se imparte in volume de aproximativ  $30 \text{ m}^3$  si se aplica prevederile tabelului 4:

Tabelul 4

Criterii de evaluare a clasei de rezistenta la compresiune

Numar de aproximativ 30 m <sup>3</sup> volume de beton	Numarul minim de carote avand diametrul intre 80 mm si 160 mm pentru fiecare volum	Valori medii ale rezistentelor carotelor pentru totalul volumelor	Valori minime ale rezistentelor carotelor pentru fiecare volum <sup>a)</sup>
1	3	—	$\geq 0,85 (f_{ck, spec} - M)$
2 - 4	2	$\geq 0,85 (f_{ck, spec} + 1)$	$\geq 0,85 (f_{ck, spec} - M)$
5 - 6	2	$\geq 0,85 (f_{ck, spec} + 2)$	$\geq 0,85 (f_{ck, spec} - M)$

<sup>a</sup> M=4, pentru clase de beton C20/25 sau mai mari. Pentru C16/20, C12/15 si C8/10, „marginea M” se va reduce de la 4 la 3, 2, respectiv 1.

3.2. Evaluarea rezistentei pe baza rezultatelor obtinute pe carote si a aplicarii unor incercari nedistructive. Aceasta evaluare implica incercarea betonului utilizand metode nedistructive, identificarea zonelor cu rezultatele cele mai reduse si extragerea carotelor din acele zone. Criteriile care trebuie indeplinite sunt prezentate in Tabelul 5:

Table 5

Localizarea carotelor selectate si criteriile de evaluare

Numar de aproximativ 30 m <sup>3</sup> volume de beton	Minimum de locatii pentru prelevare carotelor	Valori medii ale rezistentelor carotelor	Valori minime ale rezistentelor carotelor
1	O carota la trei din cele mai reduse valori obtinute prin aplicarea metodelor indirecte	—	$\geq 0,85 (f_{ck, spec} - M)$
2 - 4	O carota din zona cu cea mai scazuta valoare obtinuta prin aplicarea metodelor indirecte si o carota la fiecare 2 zone de incercare avand valori apropiate de media valorilor obtinute prin aplicarea testelor indirecte	$\geq 0,85 (f_{ck, spec} + 1)$	$\geq 0,85 (f_{ck, spec} - M)$
5 - 6		$\geq 0,85 (f_{ck, spec} + 2)$	$\geq 0,85 (f_{ck, spec} - M)$

Si in acest caz „marginea M” se reduce in functie de clasa betonului.

Metodele prezentate la punctele 3.1 si 3.2 nu se aplica decat in cazul in care controlul productiei este certificat.

- 3.3. Screeningul cu ajutorul metodei indicilor de recul. Aceasta metoda este acceptata in cazul utilizarii unui anumit echipament si are la baza corelarea intre duritatea superficiala a betonului si rezistenta acestuia.
- 3.4. Stabilirea corelatiei intre indicii de recul sau viteza ultrasunetelor si rezistenta la compresiune a betonului utilizand probe confectionate de beton. Aceasta metoda care se bazeaza pe prepararea unor probe de beton avand aceeasi compozitie cu cea a betonului din lucrare si stabilirea unor relatii intre valorile obtinute prin aplicarea metodei indirecte si rezistenta la compresiune a betonului. Aplicarea ulterioara pe structura a metodelor indirecte in conditii reglementate ofera posibilitatea transformarii rezultatelor testelor indirecte in rezistente si apoi aplicarea unor criterii de conformitate similare cu cele prezentate in Tabelul 5

#### **4. Concluzii**

- 4.1. Continutul proiectului de revizuire a standardului pr.EN 13791 [1] este complet schimbat fata de varianta actuala, putand fi practic considerat un standard nou.
- 4.2. Noul standard propune abordari modificate fata de editia anterioara sau prezinta chiar reguli noi pentru:
  - utilizarea unor diametre mai mici de carote;
  - verificarea betonului in scopul identificarii provenientei din populatii diferite;
  - aplicarea unor teste de identificare a unor rezultate in afara intervalului;
  - determinarea rezistentei caracteristice a betonului din constructiile existente prin utilizarea datelor provenite din incercarea carotelor sau prin utilizarea si a rezultatelor obtinute prin aplicarea unor metode indirecte (nedistructive);
  - evaluarea rezistentei la compresiune a betonului in cazul in care exista dubii legate de atingerea rezistentei la compresiune in cazul unor constructii noi executate;
  - utilizarea „screeningului” aplicand metoda indicelui de recul sau pe baza rezultatelor obtinute pe corpuri de proba.
- 4.3. Varianta propusa reprezinta, in mod evident, un progres in evaluarea rezistentei betonului din constructii existente fiind mai bine armonizata, in special cu Eurocodul EN 1990 [3], standardul fiind elaborat pe baze statistice si probabilistice. Aplicarea practica a standardului este, in unele parti accesibila,



Noi abordari in standardul prEN 13791 „Evaluarea rezistentei betonului din structuri si elemente preabricate”

dar sunt si metode care necesita, in mod evident, utilizarea unor ghiduri de aplicare.

4.4. Aparitia in viitorul apropiat a variantei finale a acestui standard va face necesara, in mod evident, revizuirea normativului romanesc NP137 [2].

**Bibliografie:**

1. prEN 13791:2016 Assessment of in-situ compressive strength in structures and precast concrete components
2. NP 137 – 2014: Normativ privind evaluarea in-situ a rezistenței betonului din construcțiile existente
3. Eurocodul EN 1990: Bazele proiectării structurilor
4. T.A. Harrison, Chairman of the ERMCO Environmental and Technical Committee - Assessment of Concrete Compressive Strength in Structures.