

# EVALUAREA INFLUENȚEI UNOR FACTORI ASUPRA REZISTENȚEI LA COMPRESIUNE IN-SITU A BETONULUI LA ÎNCERCAREA PE CAROTE

## ASSESING THE INFLUENCE OF SOME FACTORS ON IN - SITU COMPRESSIVE STRENGTH OF CONCRETE OBTAINED BY TESTING CORES

CONSTANTIN DORINEL VOIŢCHI\*, RADU CONSTANTIN VOIŢCHI

Universitatea Tehnică de Construcţii Bucureşti, b-dul Lacul Tei nr. 122-124, sector 2, Bucureşti, România

*În lucrare sunt prezentate demersurile experimentale făcute pentru a evalua influența unor coeficienți de corecție considerați de o propunere de normativ pentru evaluarea rezistențelor in-situ. Au fost evaluați astfel, coeficienți legați de influența stratului de capăt degradat, de influența naturii stratului de îndreptare a capetelor, a umidității carotelor și a prezenței armăturilor în carotele încercate. Rezultatele experimentale au arătat lipsa de influență/influențe contrare celor considerate în propunerea de normativ, în general în acord cu prevederile normelor europene și americane din domeniu.*

*This paper presents experimental work made in order to assess the influence of correction coefficients considered by a Romanian norm proposal for evaluating in situ compressive strength of concrete. It has been evaluated coefficients linked by influence of degraded end layer, the influence of nature of capping layer, cores humidity and presence of the reinforcement bars in the tested cores. Results show the lack of influence or contrary influences to that considered in Romanian norm proposal, generally in accordance with european and american standards.*

**Keywords:** concrete testing, in situ compressive strength, cores

### 1. Introducere

Prezenta lucrare pornește de la prevederile propunerii de Normativ pentru evaluarea in-situ a rezistenței betonului din construcțiile existente, care prevede utilizarea unei serii de coeficienți de corecție pentru obținerea rezistenței la compresiune pe epruvete cubice pornind de la datele obținute la încercarea carotelor [1]. Pe de altă parte atât norma europeană de încercare a carotelor [2], cea de interpretare a rezultatelor [3] cât și normele ASTM [4] nu consideră decât utilizarea lor foarte limitată și anume la influența diametrului și raportului înălțime/diametru.

Lucrarea nu își propune să dezbată decât aspectele tehnice referitoare la valabilitatea acestor coeficienți.

Conform propunerii de normativ [1], care ia în considerare experiența românească din anii '70 în domeniu, exprimată în [5], ușor amendată cu opiniile autorilor, determinarea rezistenței dintr-un element de beton/beton armat  $f_{is}$ , respectiv echivalentă cu rezistențele obținute pe epruvete de formă cubică cu latura de 150 mm păstrate în condițiile elementului, se face cu relația:

$$f_{is} = a \cdot b \cdot c \cdot e \cdot g \cdot f_{car} \quad (1)$$

în care:

$a$  = coeficient de corecție ce ține seama de influența diametrului carotei;

### 1. Introduction

Present work starts from provisions of the proposed Romanian Norm for evaluating in-situ concrete strength in existing buildings, which requires the use of a series of correction coefficients to obtain compressive strength of cubic specimens from data achieved when testing cores [1]. On the other side both European standard for testing cores [2] and the interpretation of the results [3] and ASTM standards [4] does not consider only their very limited use, namely the influence of the diameter and the height / diameter ratio.

This paper aims only to discuss technical issues related to the validity of these coefficients.

According to the proposed norm [1] which takes into consideration the Romanian experience of the 70' in the field, expressed in [5], slightly amended by opinions of the authors, the determination of the in situ concrete compressive strength of an concrete/reinforced concrete element  $f_{is}$ , respectively equivalent to that achieved on samples of cubic shape with side 150 mm cured in the condition of the element is made with the equation:

$$f_{is} = a \cdot b \cdot c \cdot e \cdot g \cdot f_{car} \quad (1)$$

where:

$a$  = correction coefficient that takes into account the influence of the core diameter;

\* Autor corespondent/Corresponding author,  
E-mail: [voinitchi65@yahoo.com](mailto:voinitchi65@yahoo.com)

b=coeficient de corecție care ține seama de raportul h/d între înălțime și diametru;  
 c=coeficient de corecție care ține seama de influența stratului degradat (tabelul 1);  
 e=coeficient de corecție care ține seama de influența naturii stratului de adăugat pentru prelucrarea suprafeței (tabelul 2);  
 g=coeficient care ține seama de umiditate (tabelul 3);  
 $f_{car}$  =rezistența obținută direct la încercarea carotei (N/mm<sup>2</sup>).

b=correction coefficient that takes into account the ratio h / d between height and diameter;  
 c=correction coefficient that takes into account the influence of degraded layer of end surfaces (Table 1);  
 e=correction coefficient that takes into account the influence of the nature of capping layer (Table 2);  
 g=coefficient that takes into account moisture content (Table 3);  
 $f_{car}$  = strength directly obtained from core testing (N/mm<sup>2</sup>).

Tabelul 1

Valoarea coeficientului „c” conform [1] / Value of the coefficient "c" according [1]

Modul de obținere al suprafeței de capăt/Method to obtain end surface	c
Direct, din turnarea betonului fără prelucrări/ Direct from concrete casting	1.00
Tăietura transversală pe o față/Cutting on one face	1.05
Rupere de pe fund pe o față/Broken face	1.05
Tăieturi transversale pe ambele fețe /Cutting on both faces	1.06

Tabelul 2

Valoarea coeficientului „e” conform [1] / Value of the coefficient "e" according [1]

Natura stratului de nivelare/Nature of capping layer	e
Suprafețe de beton cofrate rezultate din turnare/ Direct from casting	1.00
Mortar epoxidic/Epoxy mortar	1.00
Mortar de ciment /Cement mortar	1.07
Pastă de sulf/Sulphur mortar	1.08

Tabelul 3

Valoarea coeficientului „g” conform [1] / Value of the coefficient "g" according [1]

Umiditatea carotei/Core humidity	g
Umiditatea betonului din element/Natural humidity	1.00
Menținută în apă 48 de ore/Cured in water 48h	1.09
Uscată în aer/Dried in air	0.96

În cazul în care carotele conțin una sau mai multe armături perpendiculare pe axa acestora, trebuie aplicată la valoarea lui  $f_{is}$  calculată în conformitate cu relația (2) [1,6], un coeficient supraunitar, care se poate calcula astfel:

$$h = 1,0 + (1,5 \sum \emptyset_{arm} \cdot d_r / d \cdot l) \quad (2)$$

în care:

$\emptyset_{arm}$  – diametrul armăturii (mm);  
 $d_r$  – distanța de la axul barei până la cel mai apropiat capăt al carotei (mm);  
 $d$  – diametrul carotei (mm);  
 $l$  – înălțimea carotei (mm);

Totuși SR EN 13791 [3] consideră că:

- încercarea unei carote de lungime și diametru egale cu 100 mm, respectiv cu diametrul de 100-150 mm și cu un raport între lungime și diametru egal cu 2,0 indică o valoare a rezistenței echivalentă cu valoarea rezistenței unui cub de 150 mm, respectiv a unui cilindru cu diametrul de 150 mm și înălțimea de 300 mm, confecționat și păstrat în aceleași condiții;

- diametre de la 50 mm până la 150 mm și cu alte valori ale raportului între lungime și diametru trebuie să se bazeze pe coeficienții de conversie valabili în țara respectivă;

- carotele folosite la măsurarea rezistenței betonului nu trebuie să conțină bare de armare, iar

In case the cores contain one or more reinforcements bars perpendicular to their axis a coefficient greater than one must to be applied to  $f_{is}$  value calculated according to equation (2) [1, 6], which can be calculated as follows:

$$h = 1.0 + (1.5 \sum \emptyset_{arm} \cdot d_r / d \cdot l) \quad (2)$$

where:

$\emptyset_{arm}$  – reinforcement diameter (mm);  
 $d_r$  – distance from the center of the bar to the nearest end of the core (mm);  
 $d$  – core diameter (mm);  
 $l$  – core height(mm);

However SR EN 13791 [3] considers that:

- testing cores of length and diameter equal to 100 mm, respectively with the diameter of 100-150 mm and a length to diameter ratio of 2.0 indicates an compressive strength value equivalent with compressive strength of 150 mm cube, respectively a cylinder with a diameter of 150 mm and 300mm height, manufactured and cured in the same conditions;

- for diameters from 50 mm to 150 mm and with other values of the ratio between length and diameter conversion coefficients should be based on valid values in that country;

- cores used for measuring the concrete compressive strength should not contain reinforcing bars,

atunci când nu este posibil se așteaptă să apară o diminuare a rezistenței măsurate la o carotă care conține oțel (altfel decât de-a lungul axei sale).

În consecință ar fi de evaluat influența factorilor ce determină coeficienții c, e, f și h.

Pentru coeficientul „a”, diferența dintre norma europeană și propunerea românească de normativ este prea mică pentru a fi verificată într-un experiment real.

## 2. Experimentări

S-au încercat câte 3 probe în fiecare situație, excepție cuburile de referință păstrate până la 28 de zile în apă, pentru care s-au testat 6 probe, indicative 1-3 și 7-9.

S-au utilizat probe turnate individual și nu dintr-un amestec comun.

Probele au fost turnate din betoane corespunzând unei clase proiectate C20/25.

În privința coeficientului „c” s-a verificat situația extremă: comparație rezultate obținute pe carote cu diametrul ~100 mm cu înălțimea ~150 mm obținute direct din turnare sau prin tăiere la ambele capete/cilindru turnat cu  $d=100$  mm,  $h=150$  mm/cuburi 150 mm.

În privința coeficientului „e” s-a verificat situația extremă: comparație rezultate obținute pe carote cu diametrul ~100mm cu înălțimea 100 mm obținută direct din turnare/ idem prelucrat cu mortar de sulf/ sau prin tăiere la ambele capete și fețele prelucrate cu mortar de sulf/ cilindru turnat cu  $h=d=100$ mm/cuburi 150 mm.

În privința coeficientului „g” s-a verificat situația extremă: comparație rezultate obținute pe carote păstrate în aer 3 zile, păstrate în apă 48 ore/cuburi 150 mm, pentru betoane realizate cu ciment tip CEM I, respectiv CEM III, acesta din urmă considerat a avea o structură a porozității net diferită de a unui ciment portland normal, datorită adaosului masiv de zgură [7].

În privința coeficientului „h” s-a verificat situația extremă: comparație rezultate obținute pe carota care conține armătura tip PC52 (oțel profilat cu rezistența la tracțiune  $510\text{N/mm}^2$ )/ OB37 (oțel beton rotund cu rezistența la tracțiune  $360\text{N/mm}^2$ ) în zona mediană/carote fără armături/ cuburi  $l=150$ mm.

### 2.1. Program experimental

Au fost realizate 39 de șarje de beton cu agregate 0/16mm cu ciment CEM I și în anumite cazuri și cu ciment CEM III din care s-au realizat:

-3 cuburi cu  $l=150$  mm pentru extragere carote cu diametrul ( $d$ )~100 mm care se taie pe ambele fețe la ~100 mm și se prelucrează capetele cu mortar de sulf, încercând-se uscat – uscare 3 zile în atmosfera laboratorului (indicativele 4, 5, 6 în tabelul 4);

-3 cuburi cu  $l=150$  mm din care s-au extras carote  $d\sim 100$  mm,  $h=150$ mm care se șlefuesc și

and when it is not possible is expected to occur a decrease in the resistance measured at a core containing steel (differently than along the axis).

In consequence it would be to assess the influence of factors that determine the coefficients c, e, f and h. For coefficient „a” the difference between european standard and romanian norm proposal is too small to check in a real experiment.

## 2. Experimental

We have tested 3 samples in each case, except the reference cubes cured up to 28 days in water when were tested 6 samples, indicative 1-3 and 7-9.

The samples were casted individually and not from a general mix.

Samples were cast from concrete corresponding to a designed class C20/25.

Regarding coefficient "c" the extreme situation has been verified: comparison between results obtained on cores with a diameter ~ 100 mm and height ~150 mm obtained from 150mm cubes/by cutting at both ends/ cast cylinder with the  $d=100$  mm,  $h=150$  mm /150 mm cubes.

Regarding coefficient "e" the extreme situation has been verified: comparison between results obtained on cores with a diameter 100mm and 100 mm height obtained from 150mm cubes / idem processed with the sulfur mortar capping / by cutting at both ends and capping with the sulfur mortar / cast cylinder with the  $h=d=100$  mm/ cubes150 mm.

Regarding coefficient "g" the extreme situation has been verified: comparison between results obtained at 28 days on cores kept in air 3 days/ kept in water 48 hours/cubes 150 mm for concrete made with cement CEM I respectively CEM III (the last believed to have a net different porosity structure from a normal Portland cement, due to the addition of slag) [7].

Regarding coefficient "h" the extreme situation has been verified: comparison between results obtained on core that contains reinforcement type PC52 (deformed steel strength  $510\text{N/mm}^2$ ) /OB37 (round steel strength  $360\text{N/mm}^2$ ) in the median zone/ cores without reinforcements/ cubes  $l=150$  mm.

### 2.1. Experimental program

39 concrete batches with 0/16mm aggregate with CEM I and sometimes CEM III cement were made in order to obtain:

-Three 150 mm cubes for core extraction with diameter ( $d$ )~100 mm; cores were cut on both sides to ~100 mm length and their heads are capped with sulfur mortar, tested after drying for 3 days in laboratory atmosphere (Indicative 4, 5, 6 in table 4).

-Three 150 mm cubes from which were

se încearcă după uscare 3 zile în atmosfera laboratorului (indicativele 10, 11, 12 în tabelul 4);

-3 paralelipede 200\*200\*150mm din care se scot carote  $d \sim 100$  mm și  $h = 200$  mm, se taie la ambele capete, se șlefuiesc la  $h \sim 150$  mm și se încearcă după uscare 3 zile în atmosfera laboratorului (indicative 13, 14, 15 în tabelul 4);

-3 cilindri  $d = 100$  mm,  $h = 150$  mm, cu fețe plane și șlefuite, încercate uscat (indicativele 16, 17, 18 în tabelul 4);

-3 cuburi 150mm pentru extragere carote  $d \sim 100$  mm care se prelucrează cu sulf și se încearcă uscat (indicativele 19, 20, 21 în tabelul 4);

-3 cuburi 150 mm pentru extragere carote  $d \sim 100$  mm,  $h = 150$  mm, care se taie pe ambele fețe la  $\sim 140$  mm și se îndreaptă cu sulf și se încearcă uscat (indicativele 22, 23, 24 în tabelul 4);

-3 cuburi 150 mm realizate din beton cu ciment CEM I, din care se scot carote  $d \sim 100$  mm și  $h = 150$  mm și se încearcă saturate, după 28 zile de păstrare în apă, cu capetele polizate (indicativele 25, 26, 27 în tabelul 4);

-3 cuburi 150 mm realizate din beton cu ciment CEM III, din care se scot carote  $d \sim 100$  mm și  $h = 150$  mm și se încearcă uscat, cu capetele polizate (indicativ 28, 29, 30 în tabelul 4);

-3 cuburi 150 mm realizate din beton cu ciment CEM III, din care se scot carote  $d \sim 100$  mm și  $h = 150$  mm și se încearcă saturat, cu capetele polizate (indicativ 31, 32, 33 în tabelul 4);

-3 cuburi 150 mm cu bare PC52 așezate central, din care se scot carote  $d \sim 100$  mm și  $h = 150$  mm și se încearcă uscat, cu capetele polizate (indicativ 34, 35, 36 în tabelul 4);

-3 cuburi 150 mm cu bare OB37 așezate central, din care se scot carote  $d \sim 100$  mm și  $h = 150$  mm și se încearcă uscat, cu capetele polizate (indicativ 37, 38, 39 în tabelul 4).

- toate carotele au fost extrase perpendicular pe direcția de turnare.

Agregatul, cimentul, apa și aditivul au fost cântărite separat pentru fiecare probă, amestecate aceeași perioadă de timp, vibrată identic și păstrate în apă la  $20^{\circ}\text{C}$  până la extragerea carotelor – ziua 25 sau 26 de la turnare, după cum au fost încercate în condiții saturate sau uscate; după această perioadă au fost păstrate în apă sau în aer până la vârsta încercării – 28 de zile.

Testul de compresiune s-a efectuat pe o mașină de încercare la compresiune automată de tip Cybertronic, conform [8].

### 3. Rezultate și discuții

Rezultatele testului de compresiune sunt prezentate în tabelul 4 alături de valorile coeficienților folosiți pentru a obține un rezultat echivalent pe cub.

În tabel sunt prezentate rezistențele obținute la încercarea direct pe carotă  $f_{\text{car}}$  împreună cu cele 2

interpretări care conduc la obținerea rezistenței în extracted cores  $d \sim 100$  mm,  $h = 150$  mm which are polished and then tested after drying for 3 days in laboratory atmosphere in dry state (indicative 10, 11, 12 in Table 4).

-Three parallelepipeds  $200 * 200 * 150$  mm from which cores are extracted with  $d \sim 100$  mm and  $h = 200$  mm, cut at both ends, than polished at  $h \sim 150$  mm and tested in dry state after drying for 3 days in laboratory atmosphere in dry state (indicative 13, 14, 15 in Table 4).

-Three cylinders  $d = 100$  mm,  $h = 150$  mm, with flat sides resulted from casting (than polished), tested in dry state (indicative 16, 17, 18 in Table 4).

-Three 150 mm cubes from which cores were extracted  $d \sim 100$  mm with faces resulted from casting and leveled with sulfur mortar and then tested in dry state (indicative 19, 20, 21 in Table 4).

-Three 150 mm cubes from which cores were extracted  $d \sim 100$  mm,  $h = 150$  mm with faces cutted on both sides to about 140mm, leveled with sulfur mortar capping, and then tested in dry state (Indicative 22, 23, 24 in Table 4).

-Three 150 mm cubes made of concrete with CEM I, from which cores with  $d \sim 100$  mm and  $h = 150$  mm are extracted then polished and tested in saturated state, after 28 deay of water curing (indicative 25, 26, 27 in Table 4).

-Three 150 mm cubes made of concrete with CEM III, from which cores with  $d \sim 100$  mm and  $h = 150$  mm are extracted, then polished and tested in dry state (indicative 28, 29, 30 in Table 4).

-Three 150 mm cubes made of concrete with CEM III, from which cores with  $d \sim 100$  mm and  $h = 150$  mm are extracted, then polished and tested in saturated state (indicative 31, 32, 33 in Table 4).

-Three 150 mm cubes with central PC52 profiled reinforcing bar of 20mm diameter, from which cores with  $d \sim 100$  mm and  $h = 150$  mm are extracted, then polished and tested in dry state (indicative 34, 35, 36 in Table 4).

-Three 150 mm cubes with central OB37 plain reinforcing bar of 20mm diameter, from which cores with  $d \sim 100$  mm and  $h = 150$  mm are extracted, then polished and tested in dry state (indicative 37,38, 39 in Table 4).

-All cores were extracted perpendicular to casting direction.

The aggregate, the cement, the water and the additive were weighed separately for each sample, mixed same time period, vibrated identical and cured in water at  $20^{\circ}\text{C}$  until extracting cores - day 25 or 26 from casting as cores were tested in saturated or dry conditions. After this period were cured in water or air till testing - 28 days.

Compressive strength test was performed on a automatic machine Cybertronic, according to [8].

Tabelul 4

Rezultatele experimentale si interpretarea lor / *Experimental results and their interpretation*

Ind.	$f_{car}$ (MPa)	h/d	a	b	c	e	g	h	$f_{is}$	$f_{ismed}$ (MPa)	a'	b'	fis'	$f_{is,med}$ (MPa)	K	K'
4	38.03	1.00	1.01	1.00	1.06	1.08	0.96	1.00	42.2	42.4	1.00	1.00	38.03	38.16	1.12	1.01
5	38.26	1.01	1.01	1.005	1.06	1.08	0.96	1.00	42.7		1.00	1.005	38.45			
6	37.99	1.00	1.01	1.00	1.06	1.08	0.96	1.00	42.2		1.00	1.00	37.99			
10	35.33	1.40	1.01	1.15	1.00	1.00	0.96	1.00	39.4	34.0	1.00	1.15	40.63	35.07	0.90	0.93
11	28.74	1.40	1.01	1.15	1.00	1.00	0.96	1.00	32.0		1.00	1.15	33.05			
12	27.66	1.37	1.01	1.14	1.00	1.00	0.96	1.00	30.6		1.00	1.14	31.54			
13	34.54	1.50	1.01	1.19	1.06	1.00	0.96	1.00	42.2	41.5	1.00	1.19	41.10	40.34	1.10	1.07
14	35.13	1.50	1.01	1.19	1.06	1.00	0.96	1.00	43.0		1.00	1.19	41.80			
15	32.43	1.46	1.01	1.175	1.06	1.00	0.96	1.00	39.2		1.00	1.175	38.11			
16	31.44	1.49	1.025	1.185	1.00	1.00	0.96	1.00	36.7	34.3	1.00	1.185	37.26	34.88	0.91	0.92
17	27.15	1.48	1.025	1.18	1.00	1.00	0.96	1.00	31.5		1.00	1.18	32.04			
18	29.82	1.49	1.025	1.185	1.00	1.00	0.96	1.00	34.8		1.00	1.185	35.34			
19	32.68	1.48	1.01	1.18	1.00	1.08	0.96	1.00	40.4	39.4	1.00	1.18	38.56	37.67	1.05	1.00
20	32.14	1.46	1.01	1.175	1.00	1.08	0.96	1.00	39.5		1.00	1.175	37.76			
21	31.35	1.45	1.01	1.17	1.00	1.08	0.96	1.00	38.4		1.00	1.17	36.68			
22	32.07	1.37	1.01	1.14	1.06	1.08	0.96	1.00	40.6	41.7	1.00	1.14	36.57	37.60	1.11	1.00
23	32.96	1.38	1.01	1.14	1.06	1.08	0.96	1.00	41.7		1.00	1.14	37.57			
24	34.22	1.35	1.01	1.13	1.06	1.08	0.96	1.00	42.9		1.00	1.13	38.66			
25	32.14	1.39	1.01	1.15	1.00	1.00	1.09	1.00	40.7	40.4	1.00	1.15	36.96	36.71	1.07	0.97
26	32.44	1.41	1.01	1.15	1.00	1.00	1.09	1.00	41.1		1.00	1.15	37.31			
27	31.18	1.41	1.01	1.15	1.00	1.00	1.09	1.00	39.5		1.00	1.15	35.85			
28	31.71	1.39	1.01	1.15	1.00	1.00	0.96	1.00	35.4	33.5	1.00	1.15	36.47	34.58	-	-
29	29.65	1.39	1.01	1.15	1.00	1.00	0.96	1.00	33.1		1.00	1.15	34.10			
30	28.86	1.39	1.01	1.15	1.00	1.00	0.96	1.00	32.2		1.00	1.15	33.19			
31	30.87	1.40	1.01	1.15	1.00	1.00	1.09	1.00	39.1	39.3	1.00	1.15	35.50	35.67	-	-
32	32.31	1.41	1.01	1.15	1.00	1.00	1.09	1.00	40.9		1.00	1.15	37.15			
33	29.87	1.40	1.01	1.15	1.00	1.00	1.09	1.00	37.8		1.00	1.15	34.35			
34	37.09	1.39	1.01	1.15	1.00	1.00	0.96	1.14	47.1	45.4	1.00	1.15	42.66	41.08	1.20	1.09
35	33.73	1.43	1.01	1.16	1.00	1.00	0.96	1.14	43.2		1.00	1.16	39.13			
36	35.74	1.42	1.01	1.16	1.00	1.00	0.96	1.14	45.8		1.00	1.16	41.45			
37	34.15	1.38	1.01	1.14	1.00	1.00	0.96	1.14	43.0	43.8	1.00	1.14	38.93	39.63	1.16	1.05
38	35.18	1.40	1.01	1.15	1.00	1.00	0.96	1.14	44.7		1.00	1.15	40.46			
39	34.34	1.41	1.01	1.15	1.00	1.00	0.96	1.14	43.6		1.00	1.15	39.49			

situ  $f_{is}$ : cea după [1] ce conține coeficienții a, b, c, e, g și h și cea după normele europene care conține doar coeficienții a' și b' (aceeasi cu a și b) și conduce la obținerea rezistenței in situ  $f_{is}$  după această metodă. Sunt prezentate mediile pe setul de 3 probe pentru cele 2 evaluări ale rezistenței ( $f_{is,med}$  și  $f_{is,med}$ ) și coeficienții K și respectiv K' definiți ca raportul dintre aceste medii și valoarea considerată reală – media rezistenței a 6 cuburi cu l=150mm.

Valoarea experimentală a rezistenței la compresiune pe cele 6 cuburi de beton cu l= 150mm păstrate în condiții standard conform [9] a fost de 37,72 N/mm<sup>2</sup> cu o abatere standard  $\sigma$  de 1,30 N/mm<sup>2</sup> conform [10]; în principiu, 95% dintre cuburile/probele confecționate ar trebui să se găsească în intervalul  $f_{med} \pm 2\sigma$  adică 35,11 N/mm<sup>2</sup>-40,33 N/mm<sup>2</sup>. Această valoare a rezistenței este considerată de referință.

### 3.1. Influența degradării unui strat de beton adiacent suprafeței laterale a carotei

Influența degradării unui strat de beton adiacent suprafeței laterale a carotei datorită operației de carotare a fost studiată prin încercarea unor probe cilindrice cu diametrul de ~100 mm și suprafețele obținute din turnare și șlefuite la înălțimea de 150 mm – probele 16-18 comparativ cu carotele 10-12 cu suprafața de capăt rezultată din turnare (șlefuită ulterior la raport h/d=1,37-1,40) și păstrate în aer 3 zile înainte de încercare. Rezistențele medii la compresiune obținute direct pe carote sunt de 29,47 N/mm<sup>2</sup> (16-18) și respectiv

### 3. Results and discussions

Compression test results are presented in Table 4 along with the values of the coefficients used to obtain an equivalent result on cube. The table shows compressive strengths obtained directly from core testing  $f_{car}$  together with both interpretations that lead to obtaining in situ compressive strength: one according to [1] containing coefficients a, b, c, e, g and h and one according to European standards which contains only coefficients a' and b' ( the same as a and b ) and lead to the resistance in situ  $f_{is}$  by this method. There are also presented averages for tests on 3 cores and both evaluations of in situ compressive strength ( $f_{is,med}$  and  $f_{is,med}$ ) and coefficients K and respectively K' defined as the ratio between these averages and considered real value - the average strength of six cubes l = 150mm.

Experimental value of compressive strength on the 6 reference cubes l= 150mm cured in standard conditions according to [9] was 37.72 N/mm<sup>2</sup> with a standard deviation  $\sigma$  of 1.30 N/mm<sup>2</sup> according [10]; basically 95% of the cubes/ samples made should have a compressive strength in the range  $f_{med} \pm 2\sigma$ , namely 35.11 N/mm<sup>2</sup> - 40.33 N/mm<sup>2</sup>. This value of compressive strength is considered as reference.

### 3.1. The influence of the damaged concrete layer adjacent to the lateral surface of the core

Influence of the degradation of a concrete

30,58 N/mm<sup>2</sup> (10-12). Rezistențele unor cuburi cu latura de 150 mm folosind prevederile propunerii de normativ [1] conduc la valori practic egale: 34,0 N/mm<sup>2</sup> (16-18), respectiv 34,3 N/mm<sup>2</sup> (10-12). Utilizarea doar a coeficientului  $a=1$  (probe cu diametrul ~100 mm) și „b” din norma locală [5] conduce la valori practic identice ale rezistenței la compresiune pe cub de 34,9 N/mm<sup>2</sup> (16-18) și respectiv 35,1 N/mm<sup>2</sup> (10-12) situate relativ apropiat de valoarea considerată adevărată – 37,72 N/mm<sup>2</sup>. În consecință, nu a putut fi pusă în evidență, în acest experiment, influența degradărilor laterale asupra rezistențelor mecanice, astfel încât se poate aprecia că cei 2 coeficienți „a” și „b” (admiși de normele europene [2, 3]) descriu destul de bine situația. Deși este logic ca acțiunea de carotare să aibă un efect negativ asupra rezistenței la compresiune a carotei, acesta se manifestă sesizabil probabil la rezistențe mai mici ale betonului.

### 3.2. Valabilitatea coeficientului „c”

În vederea stabilirii coeficientului de influență al „deteriorării suprafeței de capăt în timpul procesului de debitare” au fost utilizate:

- carotele 10-12 cu suprafața de capăt rezultată din turnare (șlefuită ulterior la raport  $h/d=1,37-1,40$ ) și păstrate în aer 3 zile înainte de încercare;
- carotele 13-15 cu suprafața de capăt rezultată prin tăiere (șlefuită ulterior la raport  $h/d\sim 1,50$ ) și păstrate în aer 3 zile înainte de încercare; pentru a compensa aceste degradări era propus coeficientul  $c=1,06$ .

Rezistențele medii la compresiune obținute direct pe carote sunt de 30,58 N/mm<sup>2</sup> (carotele 10-12) și respectiv 34,03 N/mm<sup>2</sup> (carotele 13-15); deși rezultatele obținute pe carotele 10-12 sunt cam împrăștiate, existând o valoare ceva mai mare și două mai mici, în cazul carotelor „degradate prin tăiere” - probele 13-15, acestea au valori ale rezistenței la compresiune în zona valorii maxime obținute pentru carotele 10-12. Aplicarea coeficienților din propunerea de normativ [1] conduce la o valoare a rezistenței la compresiune de 34,0 N/mm<sup>2</sup> (probele 10-12) respectiv 41,5 N/mm<sup>2</sup> (probele 13-15) - adică o supraapreciere a valorii reale cu 10%. Chiar dacă procesul de debitare a capetelor ar fi produs degradări, proba este solicitată la compresiune și influența degradărilor ar fi minimă. În consecință, aplicarea coeficientului „c” nu este oportună și nici acoperită de realitate. Utilizând doar valorile coeficienților  $a=1$  și „b” din norma locală [5], calculul conduce la valori ale rezistenței la compresiune (determinată pe cub) de 35,07 și respectiv 40,07 N/mm<sup>2</sup>, valori relativ apropiate de valoarea considerată adevărată – 37,72 N/mm<sup>2</sup> și la limitele intervalului în care se găsesc 95% din rezultatele obținute pe probe cubice.

layer adjacent to the lateral surface of the core due to the coring operation was studied by testing cylindrical samples with a diameter of ~ 100 mm and surfaces obtained from cast and then polished to a height of 150 mm - samples 16-18 compared with 10-12 cores with the end surface resulted from cast (subsequently polished to ratio  $h/d = 1.37-1.40$ ) and cured in air three days before the test. Average compressive strength obtained directly on cylinders is 29.47 N/mm<sup>2</sup> (16-18) and 30.58 N/mm<sup>2</sup> on cores (10-12). Compressive strength of 150 mm cubes obtained using the provisions of the proposed Romanian norm [1] lead to practically same value: 34.0 N/mm<sup>2</sup> (16-18) respectively 34.3 N/mm<sup>2</sup> (10-12). Using only the coefficient  $a = 1$  (samples with diameter ~ 100 mm) and "b" from [5] leads to virtually identical values of the cube compressive strength of 34.9 N/mm<sup>2</sup> (16-18) and 35.1 N/mm<sup>2</sup> (10-12) situated relatively close to the value considered true - 37.72 N/mm<sup>2</sup>. As a result, it could be emphasized that in this experiment, no influence of lateral degradation on compressive strength could be highlighted, so that it can be appreciated that the two coefficients "a" and "b" (allowed by EU standards [2, 3]) describe the situation quite well. Although it is logical that the coring action have a negative effect on the compressive strength of the core, it probably occurs clearly only at low quality concrete.

### 3.2. The validity of “c” coefficient

In order to determine the coefficient of influence of "end surface damage during the cutting process" were used:

- Cores (10-12) with end surface resulted from cast (subsequently polished at ratio  $h/d = 1.37-1.40$ ) and cured in air three days before the test.
- Cores (13-15) with end surface resulted by cutting (subsequently polished at ratio  $h/d \sim 1.50$ ) and cured in air three days before the test; to compensate these degradations was proposed coefficient  $c = 1.06$  [1].

Average compressive strength obtained directly on cores are 30.58 N/mm<sup>2</sup> (cores 10-12) and 34.03 N/mm<sup>2</sup> (cores 13-15); although the results from cores 10-12 are scattered about, there is a value slightly larger and two smaller, cores 13-15 "damaged by cutting" have values of compressive strength in the range of maximum value obtained on cores 10-12. Application of the coefficient from the proposal for norm [1] leads to a value of compressive strength of 34.0 N/mm<sup>2</sup> (cores 10-12) respectively 41.5 N/mm<sup>2</sup> (cores 13-15) - this is an overvaluation of the real value with 10%. Even if the cutting process of the heads could produce degradation, sample is tested in compression and degradation influence would be minimal. As a result, applying the coefficient 'c' is

### 3.3. Valabilitatea coeficientului „e”

Coeficientul „e” se datorează „existenței unui strat intermediar între platanele presei și carotă cu proprietăți diferite de cele ale betonului”; folosirea unui mortar de sulf pentru îndreptarea suprafețelor conduce la aplicarea unui coeficient  $e=1,08$  pentru transformarea în rezistență la compresiune pe cub conform propunerii de normă [1]. Normele internaționale [2-4] nu aplică niciun coeficient în acest caz.

În vederea stabilirii coeficientului de influență „e” au fost utilizate:

- carotele notate cu 10-12 cu suprafața de capăt rezultată din turnare (șlefuită ulterior la raport  $h/d=1,37-1,40$ ) și păstrate în aer 3 zile înainte de încercare;
- carotele notate cu 19-21 cu suprafața de capăt rezultată din turnare (prelucrată cu mortar de sulf la raport  $h/d\sim 1,50$ :  $c=1$ ,  $e=1,08$ ) și păstrate în aer 3 zile înainte de încercare;
- carotele notate cu 22-24 cu suprafețele de capăt rezultate prin tăiere și prelucrate cu mortar de sulf la raport  $h/d\sim 1,50$ :  $c=1,06$ ,  $e=1,08$ ) și păstrate în aer 3 zile înainte de încercare.

Rezistențele medii la compresiune obținute direct pe carote sunt de  $30,58 \text{ N/mm}^2$  (notații 10-12), respectiv  $32,05 \text{ N/mm}^2$  (notații 19-21) și  $33,08 \text{ N/mm}^2$  (notații 22-24); carotele „cu un strat de capăt mai slab” (19-21) și chiar capetele degradate (notații 22-24) au valori ale rezistenței la compresiune ușor superioare:  $2-3 \text{ N/mm}^2$ . Aplicarea coeficienților din propunerea de normativ [1] conduce la o valoare a rezistenței la compresiune de  $34,0 \text{ N/mm}^2$  (notații 10-12), respectiv  $39,4 \text{ N/mm}^2$  (notații 19-21) și  $41,7 \text{ N/mm}^2$  (22-24), ultimele două valori fiind ușor supraevaluate față de valoarea considerată reală -  $37,72 \text{ N/mm}^2$ .

Utilizarea doar a coeficientului  $a=1$  (probe cu diametrul între 100-150 mm) și „b” din norma locală [5] conduce la obținerea de valori ale rezistenței la compresiune pe cub de  $35,07 \text{ N/mm}^2$  (notații 10-12) și respectiv  $37,67 \text{ N/mm}^2$  (notații 19-21) și  $37,60 \text{ N/mm}^2$  (notații 22-24) situate foarte aproape de valoarea considerată adevărată -  $37,72 \text{ N/mm}^2$ . Mortarul de sulf nu este recomandat - fiind mai slab, pentru rezistențe ale betonului de peste  $50-60 \text{ N/mm}^2$ .

În consecință, aplicarea coeficientului „e” nu este oportună și nici acoperită de realitate.

### 3.4. Valabilitatea coeficientului „g”

Acest coeficient ține cont de umiditatea betonului la momentul încercării; coeficienții aplicați ar fi  $g=0,96$  pentru beton uscat 3 zile în aer și  $g=1,09$  pentru carote ținute 48 de ore în apă [1]. În fapt ar trebui să observăm o diferență de rezistență de aproximativ 15% între carote uscate și saturate,

not appropriate, nor covered with reality. Using only the coefficients  $a=1$  and „b” from norm [5] calculus leads to values of the cube compressive strength of  $35.07$  and  $40.07 \text{ N/mm}^2$  respectively located relatively close to the value considered true -  $37.72 \text{ N/mm}^2$  and at the margins of the interval where there are 95% of the results on cubic samples.

### 3.3. The validity of “e” coefficient

Coefficient “e” is due to “the existence of an intermediate layer between the machine platens and core with properties different from those of concrete”; using a sulfur mortar for surfaces levelling lead to a transformation coefficient  $e = 1.08$  to cube compressive strength as proposed by [1]. International standards [2-4] do not apply any coefficient in this case.

In order to establish the influence of coefficient “e” have been used:

- cores (10-12) with end surface resulted from casting (subsequently polished at ratio  $h/d=1.37-1.40$ ) and cured in air three days before the test;
- cores (19-21) with the end surface resulted from casting (levelled with sulfur mortar to ratio  $h/d \sim 1.50$ :  $c = 1$ ,  $e = 1.08$ ) and cured in air three days before the test;
- cores (22-24) with the end surface resulted from cutting and levelled with sulfur mortar to ratio  $h/d\sim 1.50$ :  $c=1.06$ ,  $e=1.08$ ) and kept in air three days before the test.

Average compressive strength obtained directly on cores are  $30.58 \text{ N/mm}^2$  (indicative 10-12),  $32.05 \text{ N/mm}^2$  (indicative 19-21) and  $33.08 \text{ N/mm}^2$  (indicative 22-24); cores “with a weaker end layer” (indicative 19-21) and even with “damaged” ends (indicative 22-24) have values of compressive strength slightly higher. Application of the coefficient from the proposal for normative [1] leads to a value of compressive strength of  $34.0 \text{ N/mm}^2$  (indicative 10-12),  $39.4 \text{ N/mm}^2$  (indicative 19-21) and  $41.7 \text{ N/mm}^2$  (indicative 22-24), the last two slightly overvalued compared to the value considered real  $37.72 \text{ N/mm}^2$ . Using only the the coefficient  $a = 1$  and “b” from local norm [5] leads to values of the cube compressive strength of  $35.07 \text{ N/mm}^2$  (indicative 10-12) and  $37.67 \text{ N/mm}^2$  (indicative 19-21) and  $37.60 \text{ N/mm}^2$  (indicative 22-24) very close to the value considered real -  $37.72 \text{ N/mm}^2$ . Sulfur mortar is not recommended for concretes with strengths over  $50-60 \text{ N/mm}^2$  - being weaker. As a result, applying the coefficient “e” is not appropriate and neither covered by reality.

### 3.4. The validity of “g” coefficient

This coefficient takes into account the concrete humidity when tested; coefficients apply as  $g = 0.96$  for concrete cured 3 days in air and  $g = 1.09$  for cores cured 48 hours in water [1]. In fact

atunci când rezistențele sunt transformate în rezistențe standard. S-a urmărit de asemenea influența tipului de ciment asupra comportării betonului în stare saturată și uscată. Influența stării de umiditate a betonului are o influență certă asupra rezistenței la compresiune a betonului, rămânând de văzut dacă aceasta se poate sesiza experimental.

În vederea stabilirii coeficientului de influență „g” au fost utilizate:

- carotele notate cu 10-12 realizate cu ciment I 42.5R cu suprafața de capăt rezultată din turnare (șlefuită ulterior la raport  $h/d=1,37-1,40$ ) și păstrate în aer 3 zile înainte de încercare;
- carotele notate cu 25-27 realizate cu ciment I 42.5R cu suprafața de capăt rezultată din turnare (șlefuită ulterior) și păstrate în apă 2 zile înainte de încercare;
- carotele notate cu 28-30 realizate cu ciment III-A 42.5R cu suprafața de capăt rezultată din turnare (șlefuită ulterior) și păstrate în aer 3 zile înainte de încercare;
- carotele notate cu 31-33 realizate cu ciment III-A 42.5R cu suprafața de capăt rezultată din turnare (șlefuită ulterior) și păstrate în apă 2 zile înainte de încercare.

Nu există valoare considerată adevărată pentru betonul realizat cu ciment III-A, astfel încât carotele vor fi doar comparate între ele în acest caz.

Rezistențele medii la compresiune obținute direct pe carote sunt de  $30,58 \text{ N/mm}^2$  (notații 10-12), respectiv  $31,92 \text{ N/mm}^2$  (notații 25-27) pentru probele cu CEM I 42.5R încercate uscat, respectiv saturat. Cum dimensiunile probelor sunt practic aceleași ar fi trebuit să existe o diferență de aproximativ 15% între probe [1], diferență care nu există. Aplicarea coeficienților din propunerea de normativ [1] conduce la o valoare a rezistenței la compresiune de  $34,0 \text{ N/mm}^2$  (determinată pe probele 10-12), respectiv  $40,4 \text{ N/mm}^2$  (probele 25-27), față de valoarea considerată reală  $37,72 \text{ N/mm}^2$ . Aplicarea prevederilor normelor europene [2, 3] conduce la valori relativ apropiate ale rezistenței standard a betonului:  $35,07 \text{ N/mm}^2$  (determinată pe probele 10-12) și respectiv  $36,71 \text{ N/mm}^2$  (probele 25-27) precum și apropiate de valoarea considerată adevărată- $37,72 \text{ N/mm}^2$ . O situație similară se constată și în cazul probelor realizate cu ciment CEM III-A 42.5R.

Rezistențele medii la compresiune obținute direct pe carote sunt de  $30,07 \text{ N/mm}^2$  (notații 28-30), respectiv  $31,02 \text{ N/mm}^2$  (notații 31-33), pentru probele cu CEM III-A 42.5R încercate uscate, respectiv saturate. Cum dimensiunile probelor sunt practic aceleași ar fi trebuit să existe o diferență de aproximativ 15% între probe [1], diferență care nu există. Aplicarea coeficienților din propunerea de normativ [1] conduce la o valoare a rezistenței la compresiune de  $33,5 \text{ N/mm}^2$  (notații 28-30),

we should notice a difference in strength of about 15% between dry and saturated cores when compressive strength is converted into standard compressive strength.

We also studied the influence of the type of cement on the behavior of concrete in saturated and dry condition. The influence of the moisture condition of the core has a definite influence on the compression strength of concrete; it remains to be seen whether this can be observed experimentally.

In order to establish the coefficient of influence "g" have been used:

- cores (indicative 10-12) with end surface resulted from casting (subsequently polished at ratio  $h/d=1.37-1.40$ ) and cured in air three days before the test;
- cores (indicative 25-27) made with cement I 42.5R with end surface resulted from cast (then polished) and cured in water two days before the test;
- cores (indicative 28-30) made with cement III-A 42.5R with end surfaces resulted from cast (polished later) and cured in air three days before the test;
- cores (indicative 31-33) made with cement 42.5R III with end surfaces resulted from cast (then polished) and cured in water two days before the test.

There is no value considered true for concrete made with cement III-A so that cores will be only compared against each other in this case.

Average compressive strengths obtained directly on cores are  $30.58 \text{ N/mm}^2$  (indicative 10-12) and  $31.92 \text{ N/mm}^2$  (indicative 25-27) for CEM I 42.5R samples tested in dry state and saturated respectively. Taking account that samples dimensions are virtually the same, it would have to be a difference of 15% between compressive strengths [1], difference that does not exist. Application of the coefficient "g" from the norm proposal [1] leads to a value of compression strength of  $34.0 \text{ N/mm}^2$  (indicative 10-12) and  $40.4 \text{ N/mm}^2$  (indicative 25-27), compared to the value considered real  $37.72 \text{ N/mm}^2$ . Application of the European norms [2,3] lead to relatively close values for the standard strength of concrete:  $35.07 \text{ N/mm}^2$  (indicative 10-12) and  $36.71 \text{ N/mm}^2$  (indicative 25-27) and close to the value considered as true  $37.72 \text{ N/mm}^2$ .

A similar situation is observed in samples made with CEM III-A 42.5R.

Average compressive strengths obtained directly on cores are  $30.07 \text{ N/mm}^2$  (indicative 28-30) and  $31.02 \text{ N/mm}^2$  (indicative 31-33) for CEM III-A 42.5R samples tested in dry state and saturated respectively. Taking account that samples dimensions are virtually the same, it would have to be a difference of 15% between compressive strengths, difference that does not exist. Application of the coefficient "g" from the proposal for norm [1] leads to a value of



respectiv  $39,3\text{N/mm}^2$  (notații 31-33), diferență relativ mare ținând cont că rezultatul se refera la același beton – rezistența betonului de referință  $37,72\text{ N/mm}^2$ . Aplicarea prevederilor normelor europene [2, 3] conduce la obținerea unor valori relativ apropiate de rezistența de referință a betonului:  $34,58\text{ N/mm}^2$  (notații 28-30) și respectiv  $35,67\text{N/mm}^2$  (notații 31-33).

Existența unei diferențe între rezistența în stare saturată și uscată a aceluiași beton este normală și logică; totuși ea nu a putut fi pusă în evidență în acest experiment, ea intrând în erorile experimentale.

În concluzie, aplicarea coeficientului „g” conduce la rezultate nereale și nu trebuie folosit. În opinia autorilor trebuie aplicate cerințele standardelor europene și anume carotele de beton trebuie încercate în starea de umiditate în care se află elementul de beton: uscat sau saturat.

### 3.5. Valabilitatea coeficientului “h”

Coeficientul “h” este supraunitar și este introdus ca o compensare pentru prezența unei armături perpendiculare pe axul carotei. Probabil că pentru un beton de rezistență mică, cum erau cele folosite la data realizării normei românești [5] și britanice [6] cu materialele și echipamentele epocii, existau degradări suplimentare ale carotei atunci când se tăia o armătură. Echipamentele moderne și betoanele cu rezistențe mai mari vor determina o minimizare a degradărilor și o deformație mai mică în zona centrală a probei, tradusă în rezistențe mai mari. Există și rezultate experimentale care arată că acest coeficient ar trebui să aibă valori încă și mai mari [11].

În vederea stabilirii valabilității coeficientului de influență „h” au fost utilizate:

- carotele notate 10-12 realizate cu ciment I 42.5R cu suprafața de capăt rezultată din turnare (șlefuită ulterior la raport  $h/d=1,37-1,40$ ) și păstrate în aer 3 zile înainte de încercare;
- carotele notate 34-36 realizate cu ciment I 42.5R cu suprafața de capăt rezultată din turnare (șlefuită ulterior), păstrate în aer 3 zile înainte de încercare și care conțin bare tip PC52 cu diametrul de 20 mm;
- carotele notate 37-39 realizate cu ciment I 42.5R cu suprafața de capăt rezultată din turnare (șlefuită ulterior), păstrate în aer 3 zile înainte de încercare și care conțin bare tip OB37 cu diametrul de 20mm.

S-au utilizat diferite tipuri de armătură datorită unei posibile influențe a aderenței dintre acestea și beton, asupra rezistenței înregistrate.

Rezistențele medii la compresiune obținute direct pe carote sunt de  $30,58\text{ N/mm}^2$  (notații 10-12), respectiv  $35,52\text{ N/mm}^2$  (notații 34-36) și  $34,56\text{ N/mm}^2$  (notații 37-39) pentru probele cu armătura PC52 și OB37. Cum dimensiunile probelor și condițiile de încercare sunt practic aceleași ar fi

compression strength of  $33.5\text{ N/mm}^2$  (indicative 28-30) respectively  $39.3\text{ N/mm}^2$  (indicative 31-33), the difference is relatively large taking into account that it refers to the same concrete – reference concrete strength  $37.72\text{N/mm}^2$ . Application of European norms provisions [2, 3] lead to obtaining relatively close values for the reference strength of concrete:  $34.58\text{ N/mm}^2$  (indicative 28-30) and  $35.67\text{ N/mm}^2$  (indicative 31-33). Existence of a difference between resistance in saturated state and resistance in wet state for same concrete is logical and normal; however it could not be emphasized in this experiment, the difference being in the range of the experimental error.

In conclusion, applying the coefficient "g" lead to false results and should not be used. In authors opinion the requirements of European standards have to be applied, namely concrete cores must be tested in humidity condition specific to the concrete element: dry or saturated.

### 3.5.The validity of “h” coefficient

Coeficientul "h" is greater than one and is introduced as a compensation for the presence of reinforcement perpendicular to the core axis. Probably for relatively weak concrete, as they were at the time of the Romanian norm [5] and British Standard [6] with the materials and equipment of that time, there were damages of the core when cutting reinforcement. Modern equipment and higher strength concretes will determine minimization of degradation and lower deformation in the central area of the sample, translated into higher resistance. There are some experimental results which shows that this coefficient should be even greater [11].

In order to establish the validity of the influence of coefficient "h" have been used:

- cores (10-12) with end surface resulted from casting (subsequently polished at ratio  $h/d=1.37-1.40$ ) and cured in air three days before the test;
- cores (34-36) made with cement I 42.5R with end surface resulting from cast (then polished), cured in air three days before the test, which contains profiled rebars type PC52 with a 20 mm diameter;
- cores (37-39) made with cement I 42.5R with end surface resulting from cast (then polished), cured in air three days before the test, which contains plain rebars type OB37 with a 20 mm diameter.

We use different reinforcing bars due to possible influences on recorded compressive strength of adherence between those and concrete.

Average compressive resistances obtained directly on cores are  $30.58\text{ N/mm}^2$  (10-12) and  $35.52\text{ N/mm}^2$  (34-36) and  $34.56\text{ N/mm}^2$  (37-39) for samples with PC52 and OB37 reinforcement. As the size of samples and test conditions are

trebuie să existe o diferență de aproximativ 15% între probele cu armături și carotele fără armături, conform ecuației (2) din [1], diferență care există, dar în sens invers. Aplicarea coeficienților din propunerea de normativ conduce la o valoare a rezistenței la compresiune de  $45,4 \text{ N/mm}^2$  (notații 34-36), respectiv  $43,8 \text{ N/mm}^2$  (notații 37-39), cu 16-20% mai mult decât rezistența considerată adevărată –  $37,72 \text{ N/mm}^2$

Aplicarea doar a coeficienților „a” și „b” conduce la valori supraevaluate cu 5-10% ale rezistenței standard a betonului:  $41,08 \text{ N/mm}^2$  (notații 34-36), și respectiv  $39,63 \text{ N/mm}^2$  (notații 37-39), față de valoarea considerată adevărată de  $37,72 \text{ N/mm}^2$ .

Influența aderenței armăturii asupra rezistenței la compresiune a carotei care o conține a pus în evidență următoarele: carotele cu armături profilate PC 52 au rezistență mai mare decât cele cu armături netede OB 37, iar acestea la rândul lor, au rezistențe mai mari decât carotele fără armătură. Efectul este logic datorită împiedicării parțiale a deformării betonului de către armătură; dacă defectele produse de operația de extragere a carotei în prezența armăturii sunt mici, va predomina efectul de împiedicare a deformațiilor cu consecințele specifice. Rezultatele obținute pe carote conținând armături ar trebui privite cu circumspecție, iar rezultatele diminuate după caz, cu 5-10%.

#### 4. Concluzii

Ca o concluzie generală, putem afirma că factorii de influență menționați mai sus nu au o influență așa cum este prezentată în proiectul de normativ românesc [1]. Majoritatea coeficienților neunitari din această propunere de normativ (c,e,g) sunt practic unitari, iar coeficientul „h” supraunitar ar trebui să fie subunitar.

Utilizarea prevederilor normelor europene [2,3] este modul în care un laborator poate furniza rezultate de încredere în domeniul încercării carotelor.

Ca dovadă, metoda folosită de laboratorul nostru, respectiv încercarea carotelor 4-6, cu raport  $h=d \sim 100 \text{ mm}$ , fețele prelucrate cu mortar de sulf și păstrate în aer 3 zile au condus la obținerea unei rezistențe la compresiune medie pe carote de  $38,09 \text{ N/mm}^2$ , de  $42,4 \text{ N/mm}^2$  după aplicarea coeficienților de transformare în rezistența standard din propunerea de normativ [1] (supraapreciere cu 12%) și de  $38,16 \text{ N/mm}^2$  după aplicarea coeficienților „a” și „b” așa cum prevăd normele europene [2,3]; aceasta din urmă valoare este cu 1% mai mare decât rezistența standard considerată adevărată  $37,72 \text{ N/mm}^2$ .

Ca o dovadă în plus, media rapoartelor dintre rezistențele obținute în aceste teste transformate în rezistențe standard și valoarea considerată reală (K și K' – tabelul 1) este 0,99

practicamente aceeași, ar trebui să existe o diferență de 15% între probele fără armături și carotele cu armături, conform ecuației (2) din [1], diferență care există, dar în sens invers. Coeficienții din propunerea de normativ [1] și [6] conduc la o valoare a rezistenței la compresiune de  $45,4 \text{ N/mm}^2$  (34-36) și  $43,8 \text{ N/mm}^2$  (37-39), cu 16-20% mai mult decât rezistența adevărată.

Aplicarea doar a coeficienților „a” și „b” conduce la valori supraevaluate cu 5-10% ale rezistenței standard a betonului:  $41,08 \text{ N/mm}^2$  (34-36), și  $39,63 \text{ N/mm}^2$  (37-39) comparate cu valoarea considerată adevărată de  $37,72 \text{ N/mm}^2$ .

Influența aderenței armăturii asupra rezistenței la compresiune a carotei care o conține a pus în evidență următoarele: carotele cu armături profilate PC 52 au rezistență mai mare decât cele cu armături netede OB 37, iar acestea la rândul lor, au rezistențe mai mari decât carotele fără armătură. Efectul este logic datorită împiedicării parțiale a deformării betonului de către armătură; dacă defectele produse de operația de extragere a carotei în prezența armăturii sunt mici, va predomina efectul de împiedicare a deformațiilor cu consecințele specifice. Rezultatele obținute pe carote conținând armături ar trebui privite cu circumspecție, iar rezultatele diminuate după caz, cu 5-10%.

#### 4. Concluzii

Ca o concluzie generală, putem afirma că factorii de influență menționați mai sus nu au o influență așa cum este prezentată în proiectul de normativ românesc [1]. Majoritatea coeficienților neunitari din această propunere de normativ (c,e,g) sunt practic unitari, iar coeficientul „h” supraunitar ar trebui să fie subunitar.

Utilizarea prevederilor normelor europene [2,3] este modul în care un laborator poate furniza rezultate de încredere în domeniul încercării carotelor.

Ca dovadă, metoda folosită de laboratorul nostru, respectiv încercarea carotelor 4-6, cu raport  $h=d \sim 100 \text{ mm}$ , fețele prelucrate cu mortar de sulf și păstrate în aer 3 zile au condus la obținerea unei rezistențe la compresiune medie pe carote de  $38,09 \text{ N/mm}^2$ , de  $42,4 \text{ N/mm}^2$  după aplicarea coeficienților de transformare în rezistența standard din propunerea de normativ [1] (supraapreciere cu 12%) și de  $38,16 \text{ N/mm}^2$  după aplicarea coeficienților „a” și „b” așa cum prevăd normele europene [2,3]; aceasta din urmă valoare este cu 1% mai mare decât rezistența standard considerată adevărată  $37,72 \text{ N/mm}^2$ .

Ca o dovadă în plus, media rapoartelor dintre rezistențele obținute în aceste teste transformate în rezistențe standard și valoarea considerată reală (K și K' – tabelul 1) este 0,99

pentru o transformare conform normelor europene și 1,05 pentru transformarea conform normativului românesc. Abaterea standard a aceluși rapoarte față de valoarea reală "1.00" este de 12,6% pentru interpretarea utilizând propunerea de normativ și de 5.9% utilizând interpretarea după norma europeană.

Deosebirile devin foarte mari, de exemplu, la utilizarea unei carote cu diametrul de 100 mm cu înălțimea  $h=140$  mm, tăiată la ambele capete, cu utilizarea unui mortar de sulf, în prezența unei armături cu diametrul 20 mm la mijlocul carotei și încercarea în stare saturată, așa cum este prezentat în tabelul 5.

Erorile pot fi grosolane în cazul utilizării propunerii de normativ, în timp ce evaluarea după normele europene oferă rezultate rezonabile.

using the proposed norm interpretation and 5.9% using the interpretation from European norm.

The differences become very large, for example, when using a 100 mm diameter core with height  $h=140$ mm, cut at both ends, using a sulfur mortar, in the presence of a reinforcement with a 20 mm diameter at the middle of core and tested in saturated condition, as shown in Table 5.

Errors can be rude In case of using normative proposal [1], while assessment by European standards [2, 3] provides reasonable results.

Tabelul 5

Interpretarea rezultatelor unui test de compresiune pe carote prin cele două metode  
*Interpretation of compressive strength test on cores using both methods*

Item	Propunere normativ/ <i>Proposed Norm</i> [1]	Norme europene/ <i>European Norm</i> [2,3]
a	0.98	1.00
b	1.15	1.15
c	1.06	-
e	1.08	-
g	1.09	-
h	1.14	-
$a*b*c*e*g*h$	1.60	1.15
$f_{car}$ (N/mm <sup>2</sup> )	35.52	35.52
$f_{is}$ (N/mm <sup>2</sup> )	56.9	40.8
$f_{ref}$ (N/mm <sup>2</sup> )	37.7	37.7
Eroare relativă Relative error (%)	+50.9	+8.2

### Mulumiri

The results presented in this article were obtained with support of the Ministry of European Funds through the Sectorial Operational Program Human Resources Development 2007-2013, Contract no. POSDRU / 159 / 1.5 / S / 134398.

The authors wish to thanks too to Laboratory of Building Materials team especially to: D. Pripeagu, B. Vlase, R. Puscoci and V. Tufan for their contribution to the experimental work.

### Acknowledgement

The results presented in this article were obtained with support of the Ministry of European Funds through the Sectorial Operational Program Human Resources Development 2007-2013, Contract no. POSDRU / 159 / 1.5 / S / 134398.

The authors wish to thanks too to Laboratory of Building Materials team especially to: D. Pripeagu, B. Vlase, R. Puscoci and V. Tufan for their contribution to the experimental work.

### REFERENCES

1. Proposal of Romanian Norm for in situ assesement of concrete strength, Examples. Site: Ministry of Regional Development and Public Administration, Works under Public Inquiry
2. SR EN 12504-1 Testing concrete in structures - Part 1: Cored specimens - Taking, examining and testing in compression
3. SR EN 13791 Assessment of in-situ compressive strength in structures and precast concrete components
4. ASTM C42/C42M-99 Standard Test Method for Obtaining and Testing Drilled Cores and Sawed Beams of Concrete
5. C54-81 Romanian Norm – Technical provisions for testing concrete on cores.
6. BS 1881:Part 120-1983: Testing Concrete. Method for the determination of the compressive strength of concrete cores
7. Hooton RD, permeability and and Pore Size Distribution of cement paste containing Fly Ash, Slag and Silica Fume, Blended Cements, ASTM STP 987, Ed. ASTM, Philadelphia, 1986, p128-143.
8. SR EN 12390-3:2009 Testing hardened concrete. Part 3: Compressive strength of test specimen.
9. SR EN 12390-2:2009 Testing hardened concrete. Part 2: Making and curing specimens for strength tests.
10. SR ISO 5725-2:2002 Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results. Part 2: Basic method for the determination of repetability and reproductibility of a standard measurement method.
11. Effect of rebar on compressive strength of concrete cores, M. Tadayon, H.T.P Moghadam, M.H. Tadayon, 3<sup>rd</sup> International Conference on Concrete and Development, Teheran, 2009.

\*\*\*\*\*