

## **Cercetari experimentale privind utilizarea adaosurilor de zgura granulata de furnal in beton.**

### **Cercetari experimentale pentru determinarea caracteristicilor de rezistenta si durabilitate a betoanelor preparate cu cimenturi tip II/A-S, III/A si respectiv cu ciment tip I si adaosuri de 10% si 37% zgura. Partea 2**

Experimental researches on the use of granulated blast furnace slag additives in concrete.

Experimental researches to determine the strength and durability characteristics of concretes prepared with cement type II / A-S, III / A and type I cement and of 10% and 37% slag additives. Part 2

Dan Paul Georgescu<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universitatea Tehnică de Construcții București, România  
B-dul Lacul Tei nr.124, Sector 2, București, România  
e-mail: [dgeorgescu@utcb.ro](mailto:dgeorgescu@utcb.ro)

**Rezumat:** *Lucrarea prezinta rezultatele unor incercari de laborator desfasurate la UTCB pentru determinarea si compararea valorilor unor caracteristici de rezistenta si durabilitate a betoanelor preparate cu cimenturi tip II/A-S, III/A si respectiv cu ciment tip I si adaosuri de 10% si 37% zgura.*

*In prima parte a articolului s-au prezentat baza teoretica si determinarile experimentale care trebuie efectuate in vederea calcularii coeficientului k, care indica contributia adaosurilor de zgura din betoane pentru obtinerea unei rezistente echivalente cu cea a unui beton fara adaosuri.*

**Cuvinte cheie:** beton, adaos, zgura, rezistenta, durabilitate

**Abstract:** *This paper presents the results of laboratory tests performed on UTCB for determining and comparing the values of strength and durability characteristics of concretes prepared with cement type II / A-S, III / A and Type I cement and 10% and 37% slag. In the first part of the article were presented the theoretical and experimental determinations to be carried out to calculate the coefficient k, which indicates the contribution of slag additives to achieve an equivalent strength to that of concrete without additives.*

**Key words:** concrete, additive, slag, strength, durability

## 1. Introducere

Aceasta lucrare prezinta rezultatele cercetarilor experimentale privind utilizarea adaosurilor de zgura granulata de furnal in betoane, din perspectiva viitoarelor modificari ale standardului EN 206-1, efectuate pentru determinarea caracteristicilor de rezistenta si durabilitate a betoanelor preparate cu cimenturi tip II/A-S, III/A si respectiv cu ciment tip I si adaosuri de 10% si 37% zgura.

Prima parte a articolului a avut ca obiectiv principal prezentarea modalitatilor de determinare experimentală a coeficientului  $k$ , care reprezinta o etapa importanta pentru determinarea performantelor echivalente ale betonului in cazul utilizarii adaosurilor in betoane.

In aceasta parte sunt prezentate valorile unor caracteristici de rezistenta si de durabilitate determinate experimental, pe baza compozitiilor realizate prin considerarea coeficientului  $k=0,5$ , asa cum a rezultat din rezultatele cercetarilor experimentale efectuate prezentate in prima parte a articolului. Au fost proiectate compozitii ale betoanelor in vederea obtinerii a trei clase de betoane C16/20, C25/30a si C30/37a (ultimele doua compozitii cu aer antrenat).

Compozitiile au inclus cimenturi de tip CEM I 42,5R cu adaosuri de zgura in beton de 10% respectiv 37% si respectiv betoane preparate cu cimenturi cu adaosuri de zgura in aceleasi proportii CEM II/A-S 42,5R, respectiv CEM III/A 42,5N-LH.

### Clasa de beton C 16/20

- S-au preparat betoane cu ciment tip CEM II/ A-S 42,5R (10% zgura) cu dozaj de ciment de  $260 \text{ kg/m}^3$ , raport  $A/C = 0,65$

- S-au preparat betoane cu adaosuri de zgura de 10% ( $k=0,5$ )

$$c_1 + 0,5 \cdot 0,1 c_1 = 260 \text{ kg/m}^3; \quad c_1 = 248 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{zgura} = 24,8 \text{ kg/m}^3$$

- S-au preparat betoane cu ciment CEM III/ A 42,5 N-LH (37% zgura), dozaj  $260 \text{ kg/m}^3$

- S-au preparat betoane cu adaos de zgura de 37%

$$c_2 + 0,5 \cdot 0,37 c_2 = 260 \text{ kg/m}^3; \quad c_2 = 219 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{zgura} = 81 \text{ kg/m}^2$$

S-au efectuat cercetari experimentale pentru cele 4 amestecuri pentru determinarea:

- Rapoartelor  $A/C$
- Absorbției, porozității;
- Permeabilității;
- Rezistenței la compresiune;
- Carbonatării.

### Clasa de beton C25/30

- S-au preparat betoane cu ciment tip CEM II/A-S 42,5R (10% zgura) cu dozaj  $\geq 300 \text{ kg/m}^3$ , se propune  $330 \text{ kg/m}^3$ ;
  - S-au preparat betoane cu adaosuri de zgura 10%  
 $c_1 + 0,5 \cdot 0,1 c_1 = 330 \text{ kg/m}^3$ ;  $c_1 = 314 \text{ kg/m}^3$   
zgura =  $31,41 \text{ kg/m}^2$
  - S-au preparat betoane cu ciment CEM III/A 42,5N-LH (37%)
  - S-au preparat betoane cu adaosuri de zgura 37%  
 $c_2 + 0,5 \cdot 0,37 c_2 = 330 \text{ kg/m}^3$ ;  $c_2 = 278 \text{ kg/m}^3$   
zgura =  $103 \text{ kg/m}^2$

Pentru cele patru amestecuri s-au determinat:

- Rapoartele A/C;
- Absorbția, porozitatea;
- Permeabilitatea;
- Rezistența la compresiune;
- Carbonatarea;
- Rezistența la îngheț-dezghet.

### Clasa de beton C 30/37

- S-au preparat betoane cu ciment CEM II/ A-S 42,5 R (10% zgura) cu dozaj de  $360 \text{ kg/m}^3$ 
  - S-au preparat betoane cu adaos de zgura in proportie de 10%  
 $c_1 + 0,5 \cdot 0,1 c_1 = 360 \text{ kg/m}^3$ ;  $c_1 = 343 \text{ kg/m}^3$   
zgura =  $34,3 \text{ kg/m}^2$
  - S-au preparat betoane cu ciment CEM III/A 42,5 N-LH, dozaj  $360 \text{ kg/m}^3$
  - S-au preparat betoane cu adaos de zgura de 37%  
 $c_2 + 0,5 \cdot 0,37 c_2 = 360 \text{ kg/m}^3$ ;  $c_2 = 304 \text{ kg/m}^3$   
zgura =  $112,5 \text{ kg/m}^3$

Pentru cele patru amestecuri s-au determinat:

- Rapoartele A/C;
- Absorbția, porozitatea;
- Permeabilitatea;
- Rezistența la compresiune;
- Carbonatarea;
- Rezistența la îngheț-dezghet;
- Rezistența la atac sulfatic.

S-a urmarit in mod special compararea rezultatelor obtinute pentru betoanele cu adaosuri de zgura, respectiv preparate cu cimenturi cu adaosuri de zgura la proportii egale de adaosuri si la acelasi raport A/C echivalent (Apa+aditiv)/(ciment+0.5zgura).

## 2. Rezultate obtinute

### 2.1. Clasa de beton prescrisa C16/20

In tabelul 1 se prezinta compozitiile utilizate la prepararea betonului la un raport A/C echivalent de 0.65.

Tabelul 1

**Compozitiile si caracteristicile betoanelor preparate cu un raport A/C echivalent de 0.65**

Tip ciment	Dozaj ciment (kg/m <sup>3</sup> )	Dozaj zgura (kg/m <sup>3</sup> )	Apa (l)	Aditiv Glenium (l)	Agregate (kg)	sort 0-4	sort 4-8	sort 8-16	Tasare (mm)	Densitate (kg/m <sup>3</sup> )
I 42										
886	248	24.8	166.43	2.57	1908.17	763.27	381.63	763.27	195	2361
887	219	81.0	166.17	2.83	1884.15	753.66	376.83	753.66	155	2372
II/A-S										
885	260	0	166.55	2.45	1919.48	767.79	383.90	767.79	200	2338
III/A										
899	260	0	166.55	2.45	1919.48	767.79	383.90	767.79	200	2369

In tabelul 2, se indica rezultatele obtinute pentru rezistenta la compresiune la diferite termene. Probele au fost mentinute in apa pana la 2 si respectiv 28 de zile. In cazul incercarilor la 90 de zile, probele au fost mentinute in apa pana la varsta de 7 zile apoi in conditii standardizate de temperatura si umiditate.

Tabelul 2

**Valorile rezistentelor la compresiune ale betoanelor preparate cu un raport A/C echivalent =0.65**

Serie/ Tip CEM	Dozaj ciment (kg/m <sup>3</sup> )	Dozaj zgura (kg/m <sup>3</sup> )	Rezistenta la compresiune (N/mmp)						f <sub>cm2</sub> / f <sub>cm28</sub>
			2 zile		28 zile		90 zile		
886/ I	248	24.8	18.07	18.50	30.16	30.16	42.80	40.73	0.61
			19.40		29.84		39.00		
			18.03		30.48		40.40		
887/I	219	81	17.32	17.43	28.14	27.76	37.54	37.81	0.63
			17.29		28.64		38.90		
			17.67		26.49		37.00		
885/II	260	0	16.74	16.77	27.40	28.81	34.18	35.13	0.58
			16.39		29.44		36.16		
			17.18		29.60		35.04		
899/III	260	0	12.18	11.83	25.38	26.31	30.18	30.53	0.45
			12.22		26.85		29.68		
			11.08		26.70		31.72		

La 28 de zile de la turnare, valorile obtinute pentru rezistenta la compresiune nu indica diferente semnificative intre rezistentele betonului la aceleasi dozaje de zgura in ciment si respectiv in beton. Toate compozitiile de betoane indica realizarea clasei C16/20.

Dupa 90 de zile de la turnare, betoanele preparate cu adaos de zgura au rezistente mai mari cu aprox.  $5 \text{ N/mm}^2$  comparativ cu betoanele preparate cu cimenturi cu dozaj de  $260 \text{ kg/m}^3$ .

Raportul rezistentelor medii la compresiune la 2 si respectiv 28 de zile indica cresteri rapide pentru betoanele preparate cu CEM I si adaos de zgura si respectiv cu CEM II/A-S. In cazul betoanelor preparate cu CEM III, evolutia rezistentelor este medie.

Valorile porozitatii, absorbtiei si permeabilitatii, obtinute la 28 de zile pentru probe de beton mentinute 7 zile in apa, apoi pana la efectuarea testelor in conditii standardizate de temperatura si umiditate, sunt prezentate in tabelul 3. Probele pentru determinarea porozitatii au fost uscate si apoi au fost imersate in apa pana la obtinerea unei mase constante.

Tabelul 3

**Valorile obtinute pentru porozitate, absorbtie si permeabilitate**

Seria/ CEM	Dozaj ciment ( $\text{kg/m}^3$ )	Dozaj zgura ( $\text{kg/m}^3$ )	Porozitate, masă const., %		Absorbție, masă const., %		Adâncime de patrundere a apei, cm	
			val.indiv.	val.medie	val.indiv	val.medie	val.indiv.max	val.medie
886/ I	248	24.8	5.84	5.80	2.56	2.55	2.05	2.10
			5.93		2.62		2.52	
			5.63		2.46		1.73	
887/I	219	81	5.84	5.69	2.53	2.46	2.31	2.30
			5.51		2.39		2.39	
			5.72		2.46		2.19	
885/II	260	0	6.01	6.25	2.69	2.81	2.09	2.18
			6.28		2.82		2.25	
			6.46		2.91		2.20	
899/III	260	0	7.76	8.30	3.58	3.86	1.57	1.67
			8.23		3.83		1.81	
			8.92		4.16		1.62	

In ceea ce priveste absorbtile, si in acest caz valorile sunt relativ apropiate, rezultate mai mari inregistrandu-se in cazul betonului preparat cu cimentul CEM III/A.

Probele de beton utilizate pentru determinarea permeabilitatii au fost expuse unei presiuni de 5 barr, valorile obtinute pentru adancimea de patrundere a apei fiind sub 2.5 cm. Cea mai mica valoare a adancimii de patrundere a fost obtinuta pentru betoanele preparate cu CEM III/A, celelalte tipuri de betoane avand valori comparative.

Probele utilizate pentru determinarea adancimii de carbonatare au fost mentinute 7 zile in apa si apoi in conditii standardizate de laborator pana la data incercarii. Pentru determinarea adancimii de carbonatare in conditii accelerate, probele au fost expuse 72 de ore la o concentratie de CO<sub>2</sub> de 0.2 MPa, in conformitate cu SR 13379 [1].

Tabelul 4

**Valorile obtinute pentru adancimea de carbonatare a betoanelor in conditii de laborator si respectiv in conditii accelerate**

Seria/ CEM	Dozaj ciment (kg/m <sup>3</sup> )	Dozaj zgura (kg/m <sup>3</sup> )	Conditii laborator 90 zile /7 zile apă				Conditii accelerate 28 zile/7 zile apă			
			val.indiv. medie	val. medie	val.indiv. max	val. medie	val.indiv. medie	val.medie	val.indiv. max	val.medie
886/ I	248	24.8	1.10	1.20	3.17	3.12	3.22	3.19	5.90	5.35
			1.60		2.97		3.23		5.22	
			0.90		3.23		3.11		4.92	
887/ I	219	81	1.90	1.43	4.69	3.98	3.00	3.63	5.87	5.55
			1.18		3.73		4.67		6.67	
			1.21		3.51		3.21		4.11	
885/ II	260	0	0.80	0.89	3.04	3.73	2.73	2.28	5.86	5.18
			1.10		4.18		2.11		4.23	
			0.78		3.96		2.01		5.45	
899/ III	260	0	5.10	5.36	6.99	8.15	20.48	19.13	35.02	31.68
			5.64		7.88		19.34		30.56	
			5.35		9.58		17.56		29.45	

In cazul acestei compozitii realizate cu CEM III/A s-au inregistrat, de altfel, valori mai mari si pentru carbonatarea in conditii normale de mentinere sau in conditiile carbonatarii accelerate (Tabelul 4). Evolutia rezistentei betoanelor preparate cu CEM III/A de la 28 la 90 de zile a fost, de asemenea, redusa.

## 2.2. Clasa de beton prescrisa C25/30a

Compozitiile betoanelor pentru clasa C25/30a sunt prezentate in tabelul 5. De remarcat este procentul mare de aer antrenat obtinut in cazul betoanelor preparate cu adaos de zgura.

Tabelul 5

**Compozitiile si caracteristicile betoanelor preparate cu un raport A/C echivalent de 0.5**

Tip ciment	Dozaj ciment (kg/m <sup>3</sup> )	Dozaj zgura (kg/m <sup>3</sup> )	Apa (l)	Aditiv Glenium (l)	Aditiv Microair (l)	Aggregate (kg)	sort 0-4	sort 4-8	sort 8-16	Diametru (mm)	Tasare (mm)	Densitate (kg/m <sup>3</sup> )	Aer (%)
I 42													
889	314	31.41	161.05	3.26	0.691	1856.47	742.59	371.29	742.59		210	2192	10
890	278	103.0	160.65	3.59	0.762	1825.21	730.08	365.04	730.08		210	2151	10
II/A-S													
888	330	0	161.23	3.11	0.66	1869.99	748.00	374.00	748.00		205	2180	9.2
III/A													
897	330	0	161.23	3.11	0.66	1869.99	748.00	374.00	748.00	457	235	2235	8.9

Rezultatele inregistrate pentru rezistenta la compresiune (tabelul 6) indica o usoara diferenta intre rezistenta la 28 de zile inregistrata in cazul betonului cu adaos de zgura de 37% fata de betonul preparat cu cimentul CEM III/A.

Tabelul 6

**Valorile rezistentei la compresiune obtinute pentru betoane preparate cu A/C echivalent de 0.5**

Serie/ Tip CEM	Dozaj ciment (kg/m <sup>3</sup> )	Dozaj zgura (kg/m <sup>3</sup> )	Rezistenta la compresiune (N/mm <sup>2</sup> )						f <sub>cm2</sub> / f <sub>cm28</sub>
			2 zile		28 zile		90 zile		
889/I	314	31.41	19.07	18.45	26.92	26.49	33.32	32.55	0.70
			18.15		26.57		32.22		
			18.14		25.97		32.10		
890/I	278	103.0	18.36	18.10	28.51	26.86	33.56	33.68	0.67
			18.09		25.99		32.56		
			17.84		26.08		34.92		
888/II	330	0	18.32	17.95	25.18	25.84	32.45	30.51	0.69
			18.17		26.86		30.94		
			17.35		25.47		28.15		
897/III	330	0	12.72	13.14	30.23	30.69	30.23	34.01	0.43
			13.29		31.01		35.86		
			13.40		30.84		35.95		

Se observa, de asemenea, ca in cazul betoanelor cu 37% zgura raportul A/C de 0.5 nu a fost suficient pentru atingerea clasei de C25/30.

Tabelul 7

**Valorile obtinute pentru porozitate, absorbtie si permeabilitate la varsta de 28 de zile**

Seria/ CEM	Dozaj ciment (kg/m <sup>3</sup> )	Dozaj zgura (kg/m <sup>3</sup> )	Porozitate, masă const., %		Absorbție, masă const., %		Adâncime de patrundere a apei, cm	
			val.indiv.	val.medie	val.indiv	val.medie	val.indiv.max	val.medie
889/I	314	31.41	6.93	7.26	3.27	3.42	2.01	2.00
			7.53		3.55		2.02	
			7.32		3.45		1.98	
890/I	278	103	6.22	6.41	2.90	3.01	2.00	1.97
			6.55		3.07		1.98	
			6.46		3.05		1.94	
888/II	330	0	6.81	6.81	3.22	3.22	1.99	2.19
			6.90		3.23		1.63	
			6.73		3.20		2.96	
897/III	330	0	7.32	7.96	3.37	3.69	1.83	1.72
			8.53		3.99		1.87	
			8.03		3.72		1.46	

Valorile absorbției și porozității sunt comparabile pentru betoanele cu adaosuri respectiv pentru cele preparate cu cimenturi cu adaosuri (tabelul 7), iar în cazul grosimii stratului carbonat și în acest caz se înregistrează valori mai mari în cazul betonului preparat cu cimentul CEM III/A, atât în condiții de mentinere de laborator, cât și în condiții de carbonatare accelerată (tabelul 8).

Tabelul 8

**Valorile obținute pentru adâncimea de carbonatare a betoanelor menținute în condiții de laborator**

Seria/ CEM	Dozaj ciment (kg/m <sup>3</sup> )	Dozaj zgura (kg/m <sup>3</sup> )	90 zile /7 zile apă		90 /7 zile apă		CA 28 zile/7 zile apă		CA 28 zile/7 zile apă	
			val.indiv. medie	val. medie	val.indiv. max	val. medie	val.indiv. medie	val. medie	val.indiv. max	val. medie
889/I	314	31.41	3.23	3.33	4.67	4.70	7.21	6.65	9.70	8.69
			3.91		5.32		6.28		7.55	
			2.86		4.12		6.45		8.82	
890/I	278	103	4.23	3.74	5.67	5.23	5.20	5.29	8.75	8.40
			3.21		5.12		5.37		8.46	
			3.78		4.89		5.29		7.98	
888/II	330	0	0.80	0.70	2.80	2.95	4.24	4.91	9.50	8.98
			0.73		3.10		5.72		8.11	
			0.56		2.95		4.78		9.34	
897/III	330	0	4.38	3.81	5.22	5.35	8.64	10.30	12.69	15.32
			3.42		5.48		10.87		16.18	
			3.64		5.35		11.39		17.10	

De remarcat valorile mai reduse ale adâncimii de carbonatare obținute pentru betoanele preparate cu CEM II/A-S.

### 2.3. Clasa de beton prescrisă C30/37a

În tabelul 9 se prezintă compozițiile betoanelor pentru această clasă prescrisă de beton.

Tabelul 9

**Compozițiile și caracteristicile betoanelor proaspete preparate cu un raport A/C echivalent = 0.5**

Tip ciment	Dozaj ciment (kg/m <sup>3</sup> )	Dozaj zgura (kg/m <sup>3</sup> )	Apa (l)	Aditiv Glenium (l)	Aditiv Microair (l)	Agregate (kg)	sort 0-4	sort 4-8	sort 8-16	Diametru (mm)	Tasare (mm)	Densitate (kg/m <sup>3</sup> )	Aer (%)
I 42													
892	343	34.30	175.69	3.56	0.75	1788.72	715.49	357.74	715.49	550	245	2333	6.7
893	304	112.5	175.24	3.93	0.83	1754.30	701.72	350.86	701.72	490	225	2269	7.3
II/A-S													
891	360	0	175.88	3.40	0.72	1803.92	721.57	360.78	721.57		200	2344	4.4
III/A													
898	360	0	175.88	3.40	0.72	1803.92	721.57	360.78	721.57	445	220	2401	4

Procentul de aer antrenat obținut în cazul betoanelor preparate cu zgura este mai mare decât cel obținut în cazul betoanelor preparate fără adaos de zgura.

Rezistențele la compresiune prezentate în tabelul 10 indică de această dată diferențe între valorile obținute pentru betoanele preparate cu cimenturile cu adaosuri și respectiv cu adaosul în betoane. Rezultatele indică valori superioare în cazul



betoanelor preparate cu cimenturile de tip CEM II/A-S si CEM III/A. De altfel, numai betoanele preparate cu cimentul de tip CEM III/A si respectiv II/A-S au realizat clasa prescrisa a betonului.

Tabelul 10

**Valorile rezistentei la compresiune ale betoanelor preparate cu  
A/C echivalent = 0.5**

Serie/ Tip CEM	Dozaj ciment (kg/m <sup>3</sup> )	Dozaj zgura (kg/m <sup>3</sup> )	Rezistenta la compresiune (N/mmp)						f <sub>cm2</sub> / f <sub>cm28</sub>
			2 zile		28 zile		90 zile		
892/ I	343	34.3	16.41	17.20	29.34	30.11	39.58	38.23	0.57
			16.92		30.16		36.89		
			18.26		30.82		38.21		
893/I	304	112.5	21.64	20.82	38.08	37.07	40.23	40.47	0.56
			20.32		36.25		40.91		
			20.51		36.88		40.28		
891/II	360	0	26.06	25.54	40.18	40.10	45.25	45.00	0.64
			26.26		40.20		41.15		
			24.31		39.92		48.60		
898/III	360	0	20.64	19.63	43.80	44.55	44.50	46.44	0.44
			19.41		44.96		47.69		
			18.84		44.90		47.14		

In ceea ce priveste valorile absorbtiei, acestea sunt comparabile intre cele doua tipuri de betoane, dar si in acest caz valorile inferioare (aspect favorabil) au fost obtinute pentru betoanele preparate cu cimenturile de tip CEM II A-S si CEM III/ A (tabelul 11).

Tabelul 11

**Valorile obtinute pentru porozitate, absorbtie, permeabilitate la 28 de zile**

Seria/ CEM	Dozaj ciment (kg/m <sup>3</sup> )	Dozaj zgura (kg/m <sup>3</sup> )	Porozitate, masă const., %		Absorbție, masă const., %		Adâncime de patrundere a apei, cm	
			val.indiv.	val.medie	val.indiv	val.medie	val.indiv.max	val.medie
892/ I	343	34.3	6.87	7.01	3.16	3.23	2.84	2.70
			7.11		3.29		2.44	
			7.05		3.23		2.82	
893/I	304	112.5	6.52	6.63	2.95	3.02	2.57	2.41
			6.61		3.01		2.33	
			6.76		3.1		2.34	
891/II	360	0	5.69	5.75	2.52	2.54	1.64	1.58
			5.69		2.50		1.27	
			5.87		2.59		1.83	
898/III	360	0	10.16	9.03	4.51	3.95	1.44	1.38
			9.72		4.25		1.33	
			7.20		3.10		1.38	

In Tabelul 12 se prezinta rezultatele obtinute pentru adancimea de carbonatare. Si in acest caz betonul preparat cu cimentul CEM III/A a prezentat cele mai mari adancimi ale stratului de beton carbonatat.

Tabelul 12

**Adancimea de carbonatare a betoanelor preparate cu A/C echivalent = 0.5**

Seria/ CEM	Dozaj ciment (kg/m <sup>3</sup> )	Dozaj zgura (kg/m <sup>3</sup> )	90 zile /7 zile apă		90 zile /7 zile apă		CA 28 zile/7 zile apă		CA 28 zile/7 zile apă	
			val.indiv. medie	val.medie	val.indiv. max	val.medie	val.indiv. medie	val.medie	val.indiv. max	val.medie
892/I	343	34.3	2.50	2.92	3.11	3.92	5.94	5.46	9.12	9.20
			3.26		4.57		4.47		8.53	
			3.00		4.08		5.96		9.95	
893/I	304	112.5	3.29	3.62	4.34	4.72	6.66	7.35	12.54	13.48
			4.12		5.14		7.39		12.60	
			3.45		4.69		7.99		15.31	
891/II	360	0	0.41	0.98	2.98	3.56	5.44	4.67	9.91	8.23
			1.44		4.42		4.80		7.66	
			1.10		3.28		3.77		7.11	
898/III	360	0	3.70	3.58	4.38	4.99	6.40	6.93	11.91	12.77
			3.43		4.88		7.93		14.06	
			3.62		5.71		6.46		12.34	

S-au obtinut valori ale adancimii de carbonatare asemanatoare pentru betoanele preparate cu 10% zgura si respectiv betoanele preparate cu ciment cu 10% zgura pentru probe expuse la carbonatare accelerata.

Valorile cele mai mici ale adancimii de carbonatare pentru probe expuse in conditii de laborator au fost obtinute pentru betoanele preparate cu CEM II/A-S.

### 3. Concluzii

Cercetarile experimentale efectuate au condus la urmatoarele concluzii:

**3.1.** Compararea valorilor unor caracteristici de rezistenta si durabilitate ale betoanelor preparate cu cimenturi cu adaosuri respectiv cu adaosuri in aceleasi proportii in betoane au scos in evidenta dependenta acestora de compozitie (dozaj liant).

**3.2.** Rezistentele la compresiune nu au prezentat diferente importante intre cele doua categorii de betoane la dozajele mai mici de 330 kg/m<sup>3</sup>. La dozajele mai mari (de exemplu peste 360 kg/m<sup>3</sup>) s-au obtinut rezistente mai mari pentru betoanele preparate cu cimenturile cu adaosuri. Evident rezultatele obtinute sunt dependente de rezistentele cimenturilor utilizate.

**3.3.** Valorile absorbtiei si porozitatii au fost comparabile pentru categoriile de betoane analizate fiind mai reduse cu scaderea raportului A/C in ambele cazuri.

**3.4.** Adancimile de carbonatare ale betoanelor, determinate in conditii de mentinere in laborator, respectiv accelerate, au indicat in general valori comparabile, ceva mai mari in cazul betoanelor cu cimenturi cu adaosuri de tip CEM III.

**3.5.** Rezultatele inregistrate indica faptul ca determinarea experimentală a coeficientului  $k$  (prezentata in prima parte a articolului) este o conditie esentiala in aplicarea conceptului de performanta echivalenta a betonului, dar trebuie completata cu incercari specifice pentru determinarea unor caracteristici de rezistenta si durabilitate ale betonului, fapt ce reiese, de altfel cu claritate, atat din prevederile proiectului de revizuire a standardului EN 206 [2], cat si din rezultatele cercetarilor experimentale.

### **Bibliografie**

- [1] SR 13379: 2007 – Betoane si mortare de ciment. Estimarea penetrarii accelerate a dioxidului de carbon
- [2] prEN206: 2012 - Beton. Partea 1: Specificație, performanță, producție și conformitate.