

UNIVERSITATEA „POLITEHNICA” DIN  
TIMISOARA

Facultatea de Constructii si Arhitectura

***BETOANE SPECIALE***

TEZA DE DOCTORAT

Ing. SIMONA STANCUTA

642.434  
369 E

CONDUCATOR STIINTIFIC

Prof. dr. ing. CORNELIU BOB

- 2004 -

# CUPRINS

<b>Introducere</b>	5
<b>Cap.I. Tipuri de betoane speciale folosite in practica inginereasca</b>	10
1. Clasificari ale betoanelor	12
2. Betoane de inalta performanta	17
2.1 Betoane de mare rezistenta	17
2.2 Betoane de inalta si foarte inalta performanta	18
2.2.1 Betoane cu silice ultrafina	18
2.2.2 Betoane de ultra inalte performante	19
2.2.3 Betoane cu adaosuri de polimeri	19
2.2.4 Betoane armate cu fibre	25
3. Betoane speciale pentru domenii speciale de folosire	27
3.1 Betoane hidrotehnice	27
3.2 Betoane rutiere	31
3.3 Betoane rezistente la temperaturi ridicate	35
3.4 Betoane antiacide	37
3.5 Betoane de protectie impotriva radiatiilor	39
3.6 Betoane aparente - decorative	40
Concluzii. Contributii personale.	41
Bibliografie	42
<b>Cap.II. Aditivi obisnuiti si speciali folositi la prepararea betoanelor</b>	43
1. Definitie. Istoric. Clasificari	44
2. Aditivi clasici pentru betoane si mortare	46
2.1 Aditivi modifcatori ai proceselor de priza si intarire	46
2.1.1 Acceleratori de priza	48
2.1.2 Acceleratori de priza si intarire	49
2.1.3 Acceleratori de intarire	49
2.1.4 Intarzietori de priza	51

2.2	Aditivi tensioactivi	53
2.2.1	Aditivi tensioactivi fluidizanti	56
2.2.2	Aditivi antrenori de aer	57
2.2.3	Aditivi micsti	61
2.3	Aditivi care imbunatatesc gradul de impermeabilitate al betonului	62
2.3.1	Pulberi minerale cu activitate chimica sau cu proprietati coloidale	63
2.3.2	Aditivi care imbunatatesc gradul de impermeabilitate prin produsele coloide rezultate in urma reactiilor chimice	63
2.3.3	Aditivi tensioactivi	64
2.3.4	Substante macromoleculare organice si mixte	64
2.4	Aditivi antigel	65
2.5	Aditivi care imbunatatesc rezistenta betonului la actiuni agresive chimice	67
2.6	Pulberi minerale ca aditivi plastifianti	69
2.6.1	Adaosuri hidraulice	69
2.6.2	Argile	70
2.6.3	Calcare	70
2.7	Aditivi diversi	72
2.7.1	Aditivi care maresc rezistenta la actiuni biologice. Substante fungicide, bactericide si insecticide	72
2.7.2	Substante spumante si substante generatoare de gaze	72
2.7.3	Aditivi care produc expansiunea controlata a betonului	73
	Aditivi clasici produsii si utilizati in Romania	74
3.	Aditivi moderni pentru betoane. Superplastifiantii	80
3.1	Consideratii generale. Istoric. Conceptul de aditiv superplastifiant	80
3.2	Clasificarea aditivilor superplastifianti	81
3.3	Consideratii teoretice privind mecanismul de actiune al aditivilor superplastifianti in beton	82
3.4	Aditivi superplastifianti produsii si utilizati in Romania	84
3.4.1	Aditivi superplastifianti VIMC 11 si VIMC 22	84
3.4.2	Aditivul superplastifiant Flubet	87
3.5	Tipuri noi de superplastifianti folositi in Romania	89

Concluzii. Contributii personale.	101
Bibliografie	102
<b>Cap.III. Alte tipuri de betoane</b>	<b>105</b>
1. Betoane usoare	106
1.1 Betoane usoare compacte	111
1.2 Betoane macroporoase (semicompacte)	113
1.3 Betoane celulare	115
2. Produse tip beton	119
2.1 Azbociment	119
2.2 Produse din beton simplu	122
2.2.1 Tuburi si piese de canalizare din beton simplu	122
2.2.2 Blocuri mici din beton cu agregate usoare pentru zidarie	123
2.2.3 Borduri din beton	123
2.2.4 Placi si plinte din beton, mozaicate	124
2.2.5 Placi din beton pentru pavaje	124
Concluzii. Contributii personale.	125
Bibliografie	126
<b>Cap.IV. Placi din beton pentru pavaje –1989</b>	<b>127</b>
1. Generalitati	128
2. Produse	131
2.1 Prezentarea produselor	131
2.2 Caracteristicile fizico-mecanice	134
2.3 Materii prime	134
2.4 Tehnologia de fabricatie	135
2.5 Tehnologia de montare	139
3. Probe de laborator si control tehnic de calitate	140
3.1 Receptionarea materiilor prime	140
3.2 Compozitii preliminare si caracteristicile lor	140
2.2.1 <i>Contributii la stabilirea compozitiei betoanelor vartoase</i>	141
2.2.2 <i>Calculul retetelor</i>	148
3.3 Verificari tehnologice in diverse faze de fabricatie	170
3.4 Controlul de calitate	171

4. Comportarea in timp	172
Concluzii. Contributii personale.	178
Bibliografie	179
<b>Cap.V. Dale de pavaj – Piscoturi 1999</b>	<b>181</b>
1. Generalitati	182
2. Produe	182
2.1 Prezentarea produselor	182
2.2 Caracteristicile fizico-mecanice	184
2.3 Materii prime	184
2.4 Tehnologia de fabricatie	184
2.5 Tehnologia de montare	186
3. Probe de laborator si control tehnic de calitate	187
3.1 Receptionarea materiilor prime	187
3.2 Caracteristicile fizico - mecanice	187
3.3 Verificari tehnologice in diverse faze de fabricatie	196
3.4 Controlul de calitate	197
4. Dale de pavaj diverse	198
Concluzii. Contributii personale	202
Bibliografie	203
<b>CONCLUZIILE TEZEI DE DOCTORAT</b>	<b>204</b>
<b>CONTRIBUTII PERSONALE.</b>	<b>206</b>

## INTRODUCERE

Betonul simplu, armat și precomprimat, material compozit și asociat, este în prezent materialul de construcții cu cea mai largă utilizare și, din studiile și prognozele întocmite în diverse țări, rezulta că și în continuare, în primele decenii ale secolului XXI, betonul rămâne principalul material de construcții. Cu o valoare reprezentând 15-30% din volumul de construcții, cu o producție estimată la peste 2 miliarde de m<sup>3</sup>/an, cu o gamă largă de utilizări în construcții foarte variate, betonul este materialul fără de care în prezent nu poate fi concepută practic nici o construcție de importanță deosebită sau de amploare mai redusă.

Dintre factorii mai importanți ce au determinat această dezvoltare, fără precedent a betonului, se menționează: proprietățile remarcabile, rezistența foarte bună la compresie, durabilitatea în timp, siguranța în exploatare, posibilitatea de a fi turnat în forme foarte variate, apropiate de cele rezultate din calcul, sau din considerente de ordin estetic, posibilitatea de a fi colorat în masă în diferite nuanțe de culoare, de a fi sculptat, polizat etc., eficiența economică ridicată, pret de cost redus al materialelor componente, instalații relativ simple de fabricare, fiind printre puținele materiale compozite ce se pot forma "in situ" (la locul de punere în opera), prin amestecul componentelor și turnarea amestecului în cofraje sau tiparele pregătite în prealabil, posibilități de procurare relativ ușoare a materiilor prime necesare, a rezervelor uriașe de materii prime de care se dispune pentru fabricarea betonului, comparativ cu alte materiale de construcții, precum și datorită aptitudinilor deosebite ale betonului în ceea ce privește la întindere în cazul betonului armat și precomprimat, situații în care cele două materiale (betonul și oțelul) își completează reciproc proprietățile favorabile, asigurând creșterea avantajelor tehnico-economice ce se obțin în realizarea diferitelor lucrări.

În dezvoltarea tehnologiei betonului s-au înregistrat progrese remarcabile, după unii autori adevărate revoluții, și anume:

-introducerea precomprimării în anul 1930 în Franța și apoi în întreaga lume, care a extins mult posibilitățile constructive, a eliberat betonul de schemele geometrice rigide, a permis dezvoltarea

prefabricarii elementelor, reducerea pericolului de fisurare si cresterea elasticitatii constructiilor etc.;

-aparitia si introducerea superplastifiantilor in anul 1960 in Japonia si in anii 1970-1980 in intreaga lume care a permis;

-sa se imbunatateasca considerabil lucrabilitatea betonului (fara adaos suplimentar de apa), sa se reduca consumul de munca la punerea in opera a betoanelor si munca sa fie mai usoara;

-sa se reduca timpul de realizare a lucrarilor si de imobilizare a tiparelor si cofrajelor;

-sa se reduca numarul, puterea si gabaritul utilajelor de compactare, vibrarea fiind sensibil redusa si conditiile de munca ameliorate;

-sa creasca distantele de pompare, randamentul pompelor de beton si durata de serviciu pentru acestea;

-sa se imbunatateasca calitatea betonului, aspectul suprafetelor, sa se reduca durata si volumul lucrarilor de finisaj etc.;

-sa creasca performantele betonului la lucrabilitate egala prin reducerea raportului A/C si sa se obtina in mod curent betoane cu rezistente de 60-100 N/mm<sup>2</sup> la 28 zile si 20-40 N/mm<sup>2</sup> la 24-48 ore;

-prin utilizarea superplastifiantilor in combinatie cu alti aditivi si adaosuri se obtin betoane cu densitati cuprinse intre 250 si 4500 kg/m<sup>3</sup> si rezistente ce variaza intre 8-10 si 140-200 N/mm<sup>2</sup>, capacitate de izolare termica superioara, impermeabilitate la presiuni de 8-40 bar etc.

Betonul, ca orice material, are insa si unele dezavantaje, din care mentionam: este un material "greu" cu un raport performanta/densitate defavorabil in anumite situatii, necesita inca un volum relativ mare de manopera pentru prelucrare si transportul materialelor componente, modul de preparare si punere in opera, intarirea si caracteristicile principale sunt sensibile la variatii mari de temperatura, calitatea lucrarilor este in functie de o multitudine de factori, printre care calitatea materialelor componente, modul de preparare si punere in opera, protectia in prima perioada de intarire etc.

Cunoasterea tuturor caracteristicilor materialelor, a interdependentei dintre factorii de compozitie, tehnologici, de mediu si proprietatile betonului proaspăt si intarit, inclusiv durabilitatea acestuia in timp indelungat in exploatare, este o conditie esentiala pentru specialistii care lucreaza in constructii, pe santiere, in

laboratoare sau in fabricile de prefabricate. Din aceasta conditie rezulta clar deosebirea dintre specialistii constructori ce executa lucrari din beton si care trebuie sa aiba suplimentar cunostinte temeinice de chimia fizica a silicatilor si ceilalti specialisti care lucreaza cu alte materiale, de exemplu cu otel la acelasi tip de constructii.

Spre deosebire de beton, otelul este produs in sortimente bine precizate in mari uzine pe baza de tehnici si procedee indelung elaborate si verificate, avand proprietati garantate prin documente de conformitate, astfel ca inginerului constructor pentru reusita unei constructii nu-I ramane decat sarcina de a asigura corecta transpunere in practica a prevederilor proiectului cu privire la executia si montarea elementelor preasamblate din otel.

Pe un santier de constructii sau intr-o unitate de prefabricate, numai calitatea cimentului este garantata de furnizor intr-un mod similar cu a otelului si daca se alege un ciment adecvat, rareori cimentul este cauza unor defecte ale structurii din beton armat sau precomprimat.

Dar materialul de constructii este betonul si nu cimentul, iar compozitia lui este formata in afara de ciment, din agregate naturale sau artificiale in proportie de circa  $4/6-4/5$  din masa betonului, din apa de amestecare, din aditivi si alte adaosuri. Calitatea lucrarilor fiind sensibil influentata si de tehnologia de preparare, de modul in care a fost transportat si pus in opera si de protectia lucrarilor realizate in prima perioada de intarire.

Betonul este unul dintre putinele materiale ale carui rezistente la compresiune cresc in timp. Acest lucru a condus la ideea ca betonul are rezerve importante de rezistenta si implicit la acreditarea in randul unor oameni mai putin avizati, a unei conceptii simpliste despre beton, tehnologia de preparare si punere in opera si despre comportarea in timp in diverse conditii de exploatare a betonului. De aceea uneori se uita faptul ca prin compozitie si tehnologie ca elemente preexistente, prescrise, betonul este aproximativ acelasi. Betonul de slaba calitate contine aceleasi componente ciment, agregate, apa, eventual adaosuri si aditivi, dar in proportii neadecvate, rezultand un amestec de exemplu fluid, neomogen ce segrega la transport si la punerea in opera si se deterioreaza la scurt timp in exploatare.



În general, nu trebuie uitată nici un moment de muncitor, maestru, tehnician sau inginer, interdependentă dintre factorii de compoziție, tehnologici, de mediu, proprietățile betonului proaspăt și întărit, inclusiv durabilitatea acestuia timp îndelungat în exploatare.

Necunoașterea și neaplicarea în practică a măsurilor ce decurg din aceste interdependente pot avea consecințe din cele mai grave, atât sub aspect calitativ, tehnic și economic, cât și al ritmului de execuție. Cu aceleași materiale componente și cu aceeași dotare tehnică, în general fără consumuri și costuri suplimentare, specialiștii cu o bună pregătire profesională, cu pasiune și dragoste de meserie, pregătesc și pun în opera numai betoane de calitate superioară, cu performanțe remarcabile și durabilitate în timp îndelungat.

Specialiștii români au o bună reputație în proiectarea și executarea lucrărilor din beton, beton armat și precomprimat, atât pentru lucrările realizate în țară, cât și pentru cele executate în străinătate.

Începând cu lucrările din beton monolit și prefabricat, executate cu un secol în urmă la Braila, Galați și Constanța, și terminând cu cele în curs de execuție, constructorii români au executat un volum impresionant de construcții din beton, care, confruntate cu trei solicitări extraordinare în ultimii douăzeci de ani (cutremurele din martie 1977, august 1986 și iunie 1990), au dovedit o comportare remarcabilă.

Dezvoltarea în ultimele decenii a bazei de cercetări în unitățile de specialitate, unități de învățământ superior, dezvoltarea laboratoarelor unităților de construcții și prefabricate, dotarea cu mijloace moderne pentru controlul calității materiilor prime, utilajele și instalațiile moderne de preparare, transport și punere în opera realizate în țară, atestarea verificărilor de proiecte, a responsabililor cu execuția și a experților, au permis prepararea de noi tipuri de betoane grele și ușoare, betoane de înaltă rezistență, betoane cu rasini sintetice și alte tipuri de betoane speciale și structuri din cele mai deosebite. [1.1.]

Ramura constructiilor, care reprezinta una dintre cele mai vechi activitati tehnice ale omului si care cuprinde atat industria constructiilor, cat si pe cea a materialelor de constructii, se dezvoltă in prezent in ritm accelerat.

Imbunatatirea performantelor actualelor materiale de constructii si crearea de noi materiale cu caracteristici tehnico-economice superioare, reprezinta una dintre caile cele mai eficiente pentru asigurarea progresului tehnic in acest domeniu si a certitudinii realizarii unui volum de constructii din ce in ce mai mare. [1.2.]

In industria constructiilor, betonul si in special cel armat si precomprimat, reprezinta principalul material de constructii, folosit la structuri, datorita avantajelor pe care le are: durabilitate, folosirea materialelor locale, executarea elementelor de constructii sub orice forma, rezistenta la foc, caracterul monolit si masivitatea constructiilor, costul redus s.a. Acest lucru face ca betoanele sa fie materiale foarte variate în ceea ce privesc proprietatile lor tehnice, modul de fabricare si punere în lucru, tipul constructiei la care sunt folosite, etc.

Betonul obisnuit are in prezent cea mai larga utilizare pentru realizarea elementelor si structurilor din beton simplu, beton armat si beton precomprimat, ceea ce a facut ca acest material sa fie foarte mult studiat de catre specialisti. [1.3.]

# **CAPITOLUL I**

## **TIPURI DE BETOANE SPECIALE FOLOSITE IN PRACTICA INGINEREASCA**

Betonul este folosit cu succes la realizarea celor mai variate lucrari ingineresti: constructii civile, industriale si agricole, poduri si tuneluri, lucrari subterane, lucrari portuare (fluviale si maritime), constructii hidrotehnice si lucrari de imbunatatiri funciare, fundatii pentru toate categoriile de constructii, imbracaminti rutiere si piste de aviatie, constructii de inaltime mare, cum ar fi cosurile de fum si turnurile de televiziune, stalpi pentru linii aeriene, traverse de cale ferata etc.

Au aparut domenii noi de folosire a betonului cum ar fi: recipienti de presiune pentru centrale nucleare, rezervoare submarine pentru gaze si produse petroliere, platforme marine flotante, cu diferite destinatii, platforme fixe (rezemate pe fundul mării) pentru exploatarea resurselor submarine de gaze si petrol, vase fluviale si maritime etc.

Mentinerea competitivitatii betonului ca principal material de constructii a condus la doua cai de dezvoltare:

- imbunatatirea performantelor betonului greu (obisnuit) pentru domenii specifice de folosire;
- crearea de noi tipuri de betoane, cu unele proprietati fizico-mecanice sau chimice deosebit de interesante.

Prima cale se refera la realizarea unor betoane de inalta rezistenta (rezistenta la compresiune de 60 - 100 N/mm<sup>2</sup> sau chiar mai mult) si a unor betoane speciale pentru domenii specifice de folosire, cum ar fi: betoane hidrotehnice, betoane in mediul marin, betoane rutiere, betoane rezistente la diferite agresivitati chimice, betoane rezistente la temperaturi inalte, betoane de protectie impotriva radiatiilor, betoane aparente – decorative.

Cea de a doua cale, crearea de noi tipuri de betoane, a dus la rezultate uneori spectaculoase; s-au studiat, realizat si folosit in practica urmatoarele noi tipuri de betoane:

- betoane usoare; cu agregate usoare poroase, naturale sau artificiale, macroporoase, celulare autoclavizate;
- betoane cu armare dispersa (armate cu fibre de otel, de sticla etc.);
- betoane cu polimeri (cu adaos de polimeri la ciment; numai cu polimeri; betoane de ciment impregnate cu monomeri care se polimerizeaza in masa betonului). [1.2.]

# 1. CLASIFICARI ALE BETOANELOR

Betoanele sunt materiale artificiale cu aspect de conglomerat, in componenta carora liantii au rolul de a lega intre ele granulele de agregat, rezultand scheletul rigid al betonului. Betoanele ca principale materiale de constructii sunt foarte variate privind: natura liantului si a agregatelor, proprietatile lor tehnice, modul de fabricare si punere in opera, domeniile de folosire etc. In context cu aceste consideratii se prezinta mai jos clasificarea betoanelor dupa urmatoarele criterii: [1.2.]

a) in functie de liantul folosit:

Lianti hidraulici anorganici (minerali):	Cimenturi unitare: ciment portland, aluminos, varuri hidraulice  Cimenturi cu adaosuri: ciment portland cu zgura, cenusa, tras etc.
Lianti organici:	Polimeri Bitum si produse de bitum
Lianti amestecati:	Ciment cu polimeri

b) in functie de agregatele folosite:

Agregate grele compacte: Nisip, pietris, piatra sparta, bolovani.

Anorganice	Naturale:	tufuri vulcanice, piatra ponce, scorie bazaltica etc.
	Artificiale:	argila expandata, perlit expandat, zgura expandata etc.

Agregate  
usoare  
poroase

Organice	Naturale:	rumegus, talas, coji de orez
	Artificiale:	granule de polimeri

c) In functie de caracteristicile fizice si mecanice, [1.4.] clasificarea betoanelor este data in tabelul 1.1.

Tabelul 1.1

Clasificare	Categoria betonului	Caracteristici
Dupa consistenta		Trasarea, mm
	T2	30 ± 10
	T3	70 ± 20
	T3/T4	100 ± 20
	T4	120 ± 20
	T4/T5	150 ± 30
	T5	180 ± 30
Dupa densitatea aparenta		Densitatea aparenta Kg/m <sup>3</sup>
	Foarte greu	>2500
	Cu densit. normala (greu si semigreu)	2000 – 2500
	Usor	< 2000
Dupa gradul de impermeabilitate	Adancimea de patrundere a apei (mm)	Presiunea apei (bari)
	100                  200	
	Grad de imperm.	
	P <sub>4</sub> <sup>10</sup> P <sub>4</sub> <sup>20</sup>	4
	P <sub>8</sub> <sup>10</sup> P <sub>8</sub> <sup>20</sup>	8
	P <sub>12</sub> <sup>10</sup> P <sub>12</sub> <sup>20</sup>	12
Dupa gradul de gelivitate		Numarul de cicluri inghet-dezghet
	G 50	50
	G 100	100
	G 150	150
Dupa clasa	C 4/5 ; C 8/10 ; C 12/15 ; C 16/20 ; C 20/25 ; C 25/30 ; C 30/37 ; C 35/45 ; C 40/50 ; C45/55 ; C 50/60 .	

d) In functie de modul de preparare:

Manual

Pe santier

Mecanic

In centrale de betoane

In fabrici si ateliere de prefabricate

e) In functie de modul de punere in opera:

Dupa turnare	Obisnuita
	Pompare
	Injectare
	Turnare sub apa
Dupa compactare	Necomactate
	Indesare manuala
	Indesare cu maiuri mecanice
	Vibrare
	Vacuumare
	Centrifugare
	Presare
	Torcretare
Dupa intarire	Vibropresare
	Vibrovacuumare
	Normala
	Aburire
	Autoclavizare



f) In functie de modul de armare:

Beton simplu

Beton armat      Cu bare flexibile de otel  
                      Cu profile rigide de otel  
                      Cu fire continue si plase  
                      Cu armare discreta (fibre)

Beton precomprimat      Prin preintinderea armaturii  
                                  Prin postintinderea armaturii

g) In functie de domeniul de folosire:

De rezistenta      De mare rezistenta:  $R_C > 60 \text{ N/mm}^2$   
                          Obisnuite:  $R_C < 60 \text{ N/mm}^2$

Termoizolatoare:  $\lambda < 0,7 \text{ W/mK}$ ;  $R_C < 10 \text{ N/mm}^2$

                                  Termorezistente:  $T : 200 \dots 1100^\circ\text{C}$   
Rezistente la temperaturi inalte: Refractare:  $T : 1100 \dots 1300^\circ\text{C}$   
                                  Foarte refractare:  $T > 1300^\circ\text{C}$

Rezistente in medii agresive: antiacide, rezistente in mediu marin

Rutiere      De rezistenta  
                  De uzura

Hidrotehnice      Permanent sub apa  
                          In zona de variatie a nivelului apei  
                          Deasupra apei

De protectie impotriva radiatiilor

Decorative

## 2. BETOANE DE INALTA PERFORMANTA

Prin betoane de inalta performanta se inteleg acele betoane a caror rezistenta la compresiune, la 28 de zile, este mai mare de  $60 \text{ N/mm}^2$ .

O posibila clasificare a acestor betoane este urmatoarea:

- a) betoane de mare rezistenta
- b) betoane de inalta si foarte inalta performanta
  - cu ciment Portland, superplastifianti si silice ultrafina
  - cu polimeri

Aceste betoane sunt destinate elementelor de constructii cu deschideri mari si puternic solicitate, obtinute indeosebi prin procedeul de prefabricare a elementelor din beton precomprimat. [1.3.]

### 2.1. BETOANE DE MARE REZISTENTA

Pentru realizarea betoanelor de mare rezistenta se poate actiona asupra a doua grupuri de factori: de compozitie si tehnologici. [1.2.]

Dintre factorii de compozitie, influenta cimentului, prin calitatea si cantitatea sa, este hotaratoare; la cresterea dozajului de ciment, rezistenta creste aproape proportional cu dozajul pana la un dozaj de  $600 \text{ kg/m}^3$ . Calitatea cimentului este foarte importanta in obtinerea unor betoane de mare rezistenta. In acest sens sunt indicate cimenturile I 42,5 R.

Rezistentele la compresiune cresc prin reducerea raportului A/C, ceea ce se realizeaza la dozaje sporite de ciment, cat si prin folosirea de aditivi plastifianti, sau mai nou, prin folosirea de aditivi superplastifianti.

Agregatele folosite influenteaza sporirea rezistentei la compresiune a betonului prin natura, starea suprafetei lor si granulozitate. Astfel, agregatele concasate provenite din roci granitice si bazaltice, de foarte buna calitate, dau betoane cu rezistente mai mari decat cele confectionate cu agregate provenind din calcar si din balastiere. Suprafetele rugoase ale agregatelor, obtinute prin concasare, conduc la o sporire esentiala a rezistentelor betonului;

proportia agregatului de concasaj din amestecul de agregate trebuie sa fie de minimum 60 %. O granulozitate in domeniul bun al agregatelor, cat si folosirea unor agregate curate si de o forma rotunjita, sunt conditii esentiale pentru obtinerea unor betoane de mare rezistenta.

Factorii tehnologici se refera la dozare, conditiile de punere in opera, compactarea si tratarea ulterioara a betonului. Pentru obtinerea unor betoane de mare rezistenta, dozarea si punerea in opera trebuie sa se faca prin mijloace mecanizate si automatizate, compactarea sa se faca prin mijloace energice, iar tratarea ulterioara sa respecte toate conditiile necesare. In industria de prefabricate, intarirea betonului prin tratamente termice este o conditie necesara; ca urmare, aceste tratamente trebuie sa se adapteze pentru obtinerea unor betoane cu rezistente initiale si finale mari. [1.3.]

## 2.2. BETOANE DE INALTA SI FOARTE INALTA PERFORMANTA (BFIP)

### 2.2.1. Betoane cu silice ultrafina

Acestea se obtin prin:

-reducerea cantitatii de apa, pastrand o buna lucrabilitate, ceea ce necesita utilizarea unui fluidifiant puternic (superplastifiant).

-cresterea compactitatii prin complectarea granulozitatii agregatelor cu particule ultrafine, 0,1 la 10  $\mu$ . Daca aceste particule sunt de silice ultrafina, atunci ele pot sa reactioneze cu  $\text{Ca(OH)}_2$ , rezultat la hidratarea cimentului si sa contribuie la sporirea performantelor betoanelor.

Materialele componente, la  $1\text{m}^3$ , ale acestor tipuri de betoane sunt: 400-500 kg ciment, 700 kg nisip (0/7) si 1000-1100 kg pietris (7/16), 20-25 kg silice ultrafina, 140-160 l apa (0,28-0,40), 6-10 kg superplastifiant (1-2 % din cantitatea de ciment).

Aceste betoane se caracterizeaza printr-o intarziere a prizei, care poate atinge 6 h, urmata de o crestere rapida a rezistentelor. Spre exemplu, la 3 zile un BFIR are rezistenta la compresiune de circa 70% din rezistenta la 28 de zile, in timp ce pentru un beton obisnuit se obtine numai 50%.

BFIP avand o permeabilitate foarte mica, de circa 10 ori mai mica decat la un beton obisnuit, par complet insensibile la inghet-

dezghet. Cum si porozitatea acestor betoane este de circa 2 ori mai mica decat a unui beton obisnuit, rezulta ca durabilitatea lor este mai mare. De asemenea s-a constatat o comportare buna la actiunea apelor agresive si a celor marine. [1.3.]

### 2.2.2 Betoane de ultra inalte performante

Incepind cu anul 1990 Directia Stiintifica a Societatii Bouygues din Franta a trecut un nou prag in dezvoltarea betonului prin crearea unui beton cu performante inedite denumit *beton din pudre reactive (BPR)*, caracterizat printr-o rezistenta dubla comparativ cu oricare roca naturala cunoscuta, o etanseitate deosebita la apa si gaze, precum si prin posibilitatea realizarii unor structuri fara armaturi pasive. Acest material ductil de ultra inalta rezistenta se substituie betonului traditional si otelului precum si altor materiale utilizate in aplicatii industriale sau militare. Caracteristicile exceptionale ale BPR au determinat incadrarea lui intr-o noua categorie de betoane denumita, tot mai des, *betoane de ultra inalte performante* .

Pe langa betoanele din pudre reactive, s-au dezvoltat si alte betoane de ultra inalte performante .Asfel, in Danemarca a aparut *betonul compact cu fibre de otel (BCFO)* cu compozitie si caracteristici asemanatoare cu ale BPR. Materialul ofera inginerilor constructori sansa realizarii unor noi solutii structurale comparativ cu cele obtinute cu betonul obisnuit. In Franta, la scurta vreme dupa aparitia BPR, s-a cercetat si aplicat un concurent al acestuia denumit *beton special industrial (BSI)*, care, fata de BPR, nu necesita aplicarea unui tratament termic, avantaj care permite si realizarea de elemente monolite. Cercetarile efectuate in SUA au condus la materialul denumit *beton din impislitura de fibre de otel injectata cu pasta (BIFOIP)*, care asigura atingerea unei rezistente superioare la intindere directa, capacitate de absorbtie de energie si durabilitate foarte ridicate. [1.5.]

### 2.2.3. Betoane cu adaosuri de polimeri

Betoanele cu polimeri rezulta prin adaugarea la prepararea betonului sau in (pe) betonul intarit a unui sau mai multor polimeri care modifica in mod sensibil caracteristicile fizico-mecanice si

chimice ale betoanelor obisnuite. In functie de procedeul de adaugare, cat si de continutul de polimeri din masa betonului, aceste materiale se pot clasifica astfel: [1.3.]

- a) acoperiri (AP)
  - superficiale (vopsiri sau inveliri superficiale)
  - in grosime
- b) propriu-zise (BPP)
  - betoane de ciment cu polimer (preamestec) - (BCP)
  - betoane cu polimeri, fara ciment (BP)
- c) betoane impregnate si polimerizate (BIP)

Acoperirile cu polimeri (AP) se realizeaza in scopul imbunatatirii caracteristicilor fizico-mecanice si chimice ale suprafetei betoanelor utilizate in conditii speciale de exploatare, cat si pentru lipirea, repararea si protectia diverselor elemente de constructii. Intrucat polimerii utilizati ca acoperiri patrund destul de putin in masa elementelor de beton, ei nu modifica proprietatile fizico-mecanice si chimice ale betonului din interiorul elementului.

Betoanele cu polimeri propriu-zise (BPP) se realizeaza fie prin adaugarea, in diverse proportii, de polimeri la prepararea betoanelor de ciment obisnuite (BCP), fie prin folosirea polimerului ca liant unic la prepararea betonului (BP). In ambele cazuri se obtin materiale cu proprietati deosebite fata de betonul obisnuit.

Betonul impregnat si polimerizat (BIP) rezulta dintr-un beton obisnuit, intarit in conditii normale, prin impregnare cu un monomer, care este apoi supus caldurii sau radiatiilor in scopul polimerizarii monomerului; noul material are caracteristici cu mult superioare betonului obisnuit.

Societatea de constructii „CCCF” S.A. din cadrul Ministerului Transporturilor, realizeaza impreuna cu firma greceasca „OPI”, in cadrul unui „JOINT VENTURE”, prelucrarea suprafetelor de beton de ciment dupa metoda americana „INCRET”. [1.6.]

Pe scurt aceasta metoda inseamna amprentarea (patinarea) cu materiale speciale ce realizeaza pe suprafata betonului proaspat turnat modelul preferat de beneficiar, dupa amprentare suprafata betonului respectiv este tratata cu solutii speciale (rasina acrilica sau epoxidica) care confera rezistenta sporita la uzura si intemperii, fata de cel

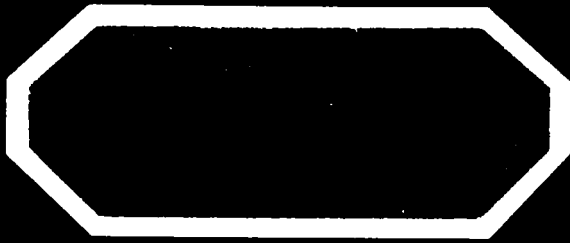
netratat. Coloritul suprafetelor tratate in maniera aratata mai sus ramane la alegerea clientului. Este foarte clar ca sistemul „INCRET” se aplica in toate cazurile cand beneficiarul doreste sa aibe o suprafata mai frumoasa si mai rezistenta decat a betonului rutier fara a recurge la solutii de placare cu piatra naturala sau alte materiale clasice.

Grosimea minima a stratului de beton de ciment turnat pe loc, tratat prin metoda „INCRET”, trebuie sa fie de circa 5 cm.

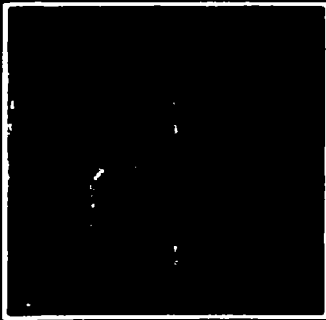
Solutia „INCRET” se poate aplica fara rezerve la: drumuri de acces (carosabile si necarosabile, indiferent de categoria si tonajul vehiculelor), platforme de parcare auto, trotuare, alei, peroane CF, pavilioane expozitionale, in vamile si punctele de frontiera, in porturi si aeroporturi, statii de alimentare cu carburanti, curti si incinte de orice fel etc.

Sistemul este foarte indicat in zonele de interes turistic, centre civice si muzeistice.

Solutia descrisa mai sus, a fost aplicata in Romania la Aeroportul International Otopeni, in fata Ministerului Transporturilor, pe peronul liniei 12 din Gara de Nord Bucuresti.



# MODELE LUAT DIN NATURA, VERIDICE



Modelul nr. 1  
Culoare: negru, alb, gri închis



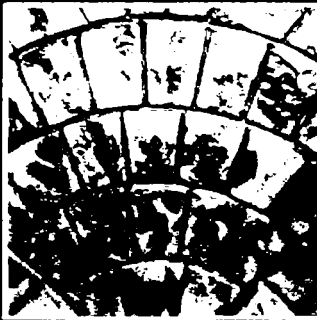
Modelul nr. 2  
Culoare: negru, alb, gri închis



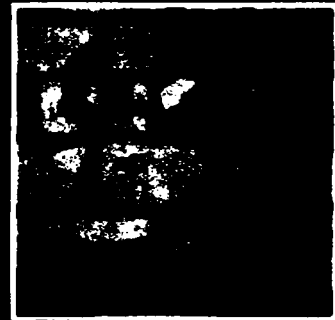
Modelul nr. 3  
Culoare: negru, alb, gri închis



Modelul nr. 4  
Culoare: negru, alb, gri închis



Modelul nr. 5  
Culoare: negru, alb, gri închis



Modelul nr. 6  
Culoare: negru, alb, gri închis



Modelul nr. 7  
Culoare: negru, alb, gri închis



Modelul nr. 8  
Culoare: negru, alb, gri închis



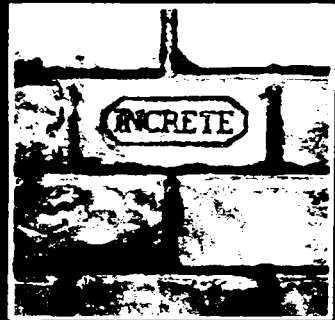
Modelul nr. 9  
Culoare: negru, alb, gri închis



Modelul nr. 10  
Culoare: negru, alb, gri închis



Modelul nr. 11  
Culoare: negru, alb, gri închis



Modelul nr. 12  
Culoare: negru, alb, gri închis

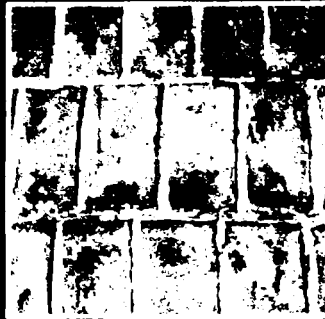
© 2010 ARTELUX. TOATE DREPTURILE DE AUTOR SÎNTE REZERVATE. TOATE DREPTURILE SÎNTE REZERVATE.



# ... CU DETALII INCREDIBIL DE EXACTE



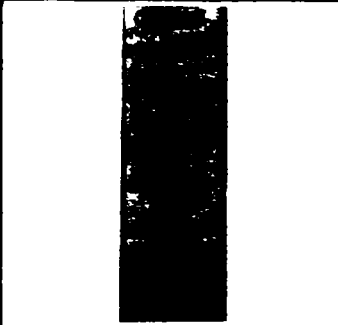
11 - White Wash  
Dark Red with Dark Grey



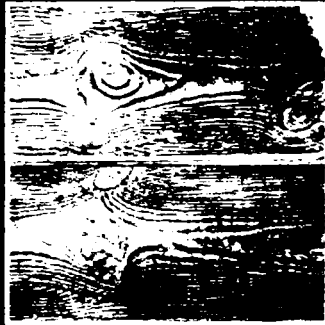
12 - Spacing Brick  
Dark Red with Dark Grey



13 - Random Brickwork  
Dark Red with Dark Grey



14 - Random Brickwork  
Dark Red with Dark Grey



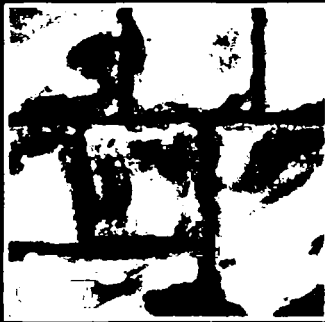
15 - Spacing  
Dark Red with Dark Grey



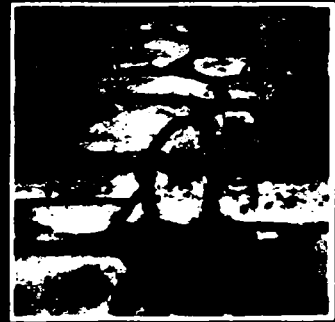
16 - Spacing Brickwork  
Dark Red with Dark Grey



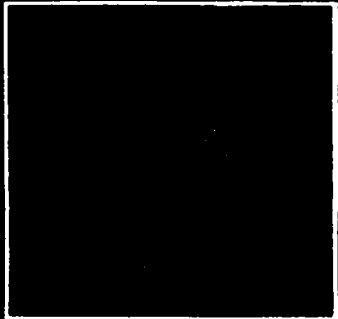
17 - Spacing Brickwork  
Dark Red with Dark Grey



18 - Spacing  
Dark Red with Dark Grey



19 - Spacing Brickwork  
Dark Red with Dark Grey



20 - Random  
Dark Red with Dark Grey



21 - Spacing Brickwork  
Dark Red with Dark Grey



22 - Spacing Brickwork  
Dark Red with Dark Grey

THE PATTERNS IN THE BOX HERE ARE PRODUCED BY BUPT AND MAY VARY FROM AREA TO AREA.

#### 2.2.4. Betoane armate cu fibre

Betoanele armate cu fibre, numite si betoane cu armare dispersa, rezulta prin inglobarea in masa betonului a unei anumite cantitati de fibre discontinue de otel, sticla, polimeri sau altele. In categoria de betoane armate cu fibre pot fi incluse si cele armate cu fibre continue, plase si tesatur de fibre. La obtinerea betonului se utilizeaza lianti hidraulici (in special cimentul Portland unitar sau cu adaosuri), agregate grele sau usoare cu diametrul maxim de 7 (10) mm, apa si eventual aditivi. In unele cazuri nu se folosesc agregate, astfel incat se obtin cimenturi armate cu fibre asa cum este cazul azbocimentului si cimentului armat cu fibre de sticla. [1.3.]

Tipurile de fibre folosibile pentru armarea dispersa a betonului se pot clasifica astfel:

a) anorganice (minerale)

-naturale: azbest

-artificiale: otel, metale amorfe, sticla, vata minerala, carbon

b) organice

-naturale: bumbac, in, fibre din nuci de cocos etc.

-artificiale: polietilena, polipropilena, poliester, rasini poliamidice etc.

Cercetarile efectuate pana in prezent indica folosirea la armarea betonului a fibrelor de azbest, otel, sticla si polipropilena.

Fibrele de otel folosite pot avea urmatoarele forme: rotunde, plate si de forma speciala. Pentru armarea dispersa aceste fibre au urmatoarele limite uzuale ale dimensiunilor: cele rotunde 0,20-0,80 mm diametre; cele plate 0,15-0,40 mm grosime si 0,25-0,90 mm latime. Lungimea fibrelor se alege astfel incat raportul lungime/diametru sa fie cuprins intre 30 si 200; rezulta ca fibrele rotunde au lungimi cuprinse intre 5 si 50 mm. Principalele aplicatii ale betonului armat cu fibre de otel sunt: ranforsarea si repararea imbracamintilor rutiere, tuneluri, elemente refractare, tuburi de beton, dale cu diverse intrebuintari etc.

Fibrele de sticla se obtin din topitura prin mai multe procedee, in functie de utilizare: centrifugare, suflare, tregere. Pentru folosirea la armarea dispersa a betonului, fibrele de sticla se taie in lungimi de 12-50 mm.

Fibrele de sticla obisnuita nu se pot folosi la armarea betonului cu ciment Portland intrucat acesta creeaza, prin hidratare, un mediu bazic ( $\text{pH}=12-13$ ) in care fibrele de sticla sunt atacate chimic si isi pierd mult din rezistenta. Acestea se pot totusi folosi in cazurile in care se utilizeaza lianti nealcalini ca ipsosul, cimentul magnezian, cimentul aluminos. Pentru obtinerea unor fibre de sticla rezistente in mediul alcalin, creat prin hidratarea cimentului, s-au intreprins o serie de cercetari, rezultand fibrele alcalo-rezistente (AR), care au in compozitia lor zirconiu, denumite si fibre zirconice. Un alt procedeu de a obtine fibre de sticla rezistente in mediu alcalin este acela de impregnare cu rasini a fascicolelor de fibre. Tot in acelasi scop au inceput sa fie cercetate si fibrele metalice amorfe.

Aria de aplicare a betoanelor armate cu fibre de sticla este variata, cateva elemente mai folosite fiind: panouri de fatada, elemente edilitare (conducte de apa, tuburi de canalizare), elemente de protectie antifoc, tuburi pentru cabluri, elemente arhitecturale etc.

### 3. BETOANE SPECIALE PENTRU DOMENII SPECIALE DE FOLOSIRE

#### 3.1. BETOANE HIDROTEHNICE

Prin betoane hidrotehnice se inteleg acele betoane care se gasesc in contact permanent sau periodic cu apa, avand caracteristici care asigura constructiilor durabilitate in astfel de conditii. [1.2.]

Betoanele hidrotehnice se grupeaza in mai multe categorii, in functie de (fig. 1.1):

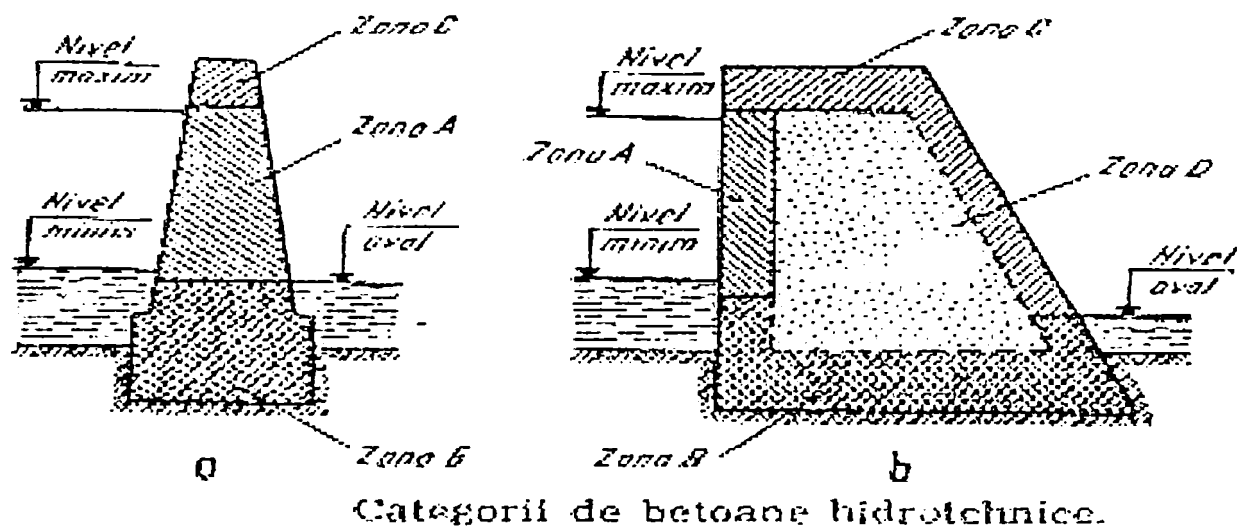


Fig. 1.1.

- a) Pozitia lor in constructia hidrotehnica fata de nivelul apei:
- beton permanent sub apa (zonele B);
  - beton aflat in zona de variatie a nivelului apei (zonele A);
  - beton aflat deasupra zonei de variatie a nivelului apei (zonele C si D).

b) Masivitatea constructiei:

- beton nemasiv (fig. 1.1.a);
- beton masiv (fig. 1.1.b).

c) Pozitia fata de care se afla betonul in raport cu fetele exterioare ale constructiilor masive:

- betonul zonei exterioare (de parament – zonele A si C);
- betonul zonei interioare (de interior – zona D).

d) Presiunea apei care solicita constructia:

- beton pentru constructii supuse la presiunea apei;
- beton pentru constructii nesupuse presiunii apei.

Betonul din diferite zone ale constructiei hidrotehnice este supus unor conditii speciale de exploatare, fiind necesar ca, prin compozitia si punerea sa in opera, sa se asigure durabilitatea corespunzatoare a elementelor de constructii.

Betonul aflat permanent sub apa (zonele B) este necesar sa fie impermeabil si rezistent la o eventuala actiune corosiva a apei. In astfel de conditii, betonul trebuie sa fie compact si sa se foloseasca ca liant un ciment cu adaosuri hidraulice, care imbunatateste impermeabilitatea si rezistenta chimica a pietrei de ciment si care degaja totodata mai putina caldura de hidratare.

Betonul aflat in zona de variatie a nivelului apei (zonele A) trebuie sa fie impermeabil, rezistent la actiunea corosiva a apei si la actiunea inghetului – dezghetului repetat. Intrucat cimenturile cu adaosuri sunt, in general, gelive, este recomandabil a se utiliza cimenturi speciale: SR I 32,5 – rezistenta sulfatica, H I 32,5 – hidrotehnice. Atunci cand nu se dispune de astfel de cimenturi, se pot utiliza si cimenturi obisnuite.

Betonul zonei interioare a constructiilor masive (zona D) are ponderea cea mai mare intr-o astfel de constructie si se cere sa aibe o densitate mare, impermeabilitate moderata si sa degaje cat mai putina caldura de hidratare. O degajare de caldura ridicata duce la aparitia

unor eforturi unitare interioare care provoaca fisuri si crapaturi in constructia masiva. Pentru realizarea acestei zone se recomanda:

- folosirea urmatoarelor cimenturi: SR I 32,5; SR II/A-S 32,5; H I 32,5; H II/A-S 32,5; mai sunt utilizate si cimentul Portland compozit CEM II/A-S 32,5.
- folosirea unui dozaj de ciment cat mai redus, atat cat este necesar pentru a asigura clasa si impermeabilitatea moderata a betonului (circa  $300 \text{ kg/m}^3$ ); in acest scop se poate inlocui o parte din ciment cu cenusa;
- intrebuintarea unui agregat cu granula maxima pana la 120 mm si cu o granulozitate buna;
- betonarea in lamele de inaltime redusa, cu pauza de betonare si umezire continua cu apa rece, pentru a se asigura disiparea unei cantitati cat mai mari din caldura de hidratare;
- protejarea suprafetelor de beton proaspat impotriva unei raciri bruste, in perioadele reci ale anului.

Betonul din zona C este un beton obisnuit, care trebuie sa reziste la intemperii si sa aibe o contractie mica la uscare.

In scopul reducerii raportului A/C cat si a imbunatatirii comportarii la inghet – dezghet repetat, la prepararea betoanelor hidrotehnice se utilizeaza aditivi. La noi in tara, aditivul cel mai folosit este Disan.

Pentru lucrari hidrotehnice situate in zona litoralului, se respecta conditiile de mai sus, cu urmatoarele precizari. La infrastructuri (in contact cu apa), pentru beton simplu si armat sunt utilizabile urmatoarele tipuri de ciment: SR I 32,5; SR II/A-S 32,5; H I 32,5; H II/A-S 32,5 si sunt interzise cimenturile folosite in mod curent la alte elemente. Pentru suprastructuri, se recomanda aceleasi tipuri de cimenturi, iar restul de cimenturi sunt utilizabile cu protectie suplimentara.

Caracteristicile tehnice care se determina si pe care trebuie sa le indeplineasca betoanele hidrotehnice sunt date in tabelul 1.2.

### Caracteristicile tehnice ale betoanelor hidrotehnice

Tabelul 1.2.

Caracteristica	Valori reale ale caracteristicii	Zonele la care nu se refera determinarea caracteristicii
Rezistenta la actiunea agresiva a apei	–	Zonele interioare ale constructiilor masive nesupuse la presiune
Impermeabilitatea	P4, P8, P12	Idem
Rezistenta la inghet – dezghet	G 50, G 100, G 500	Betonul aflat permanent sub apa si betonul zonei interioare a constructiei masive
Rezistentele mecanice	$R_B=100, 150, 200, 250, 300, 400, 500$ $R_t=10, 15, 20, 25, 30$	–
Degajarea de caldura		Betonul pentru constructii nemasive

Betoanele hidrotehnice se noteaza cu indicativul BH, urmat de rezistenta la compresiune la 90 de zile, rezistenta la intindere T, gradul de impermeabilitate P si gradul de gelivitate G; de exemplu: BH 150 , T 15 , P 4 , G 50.

### 3.2. BETOANE RUTIERE

Betonul de ciment se foloseste ca imbracaminte rutiera la autostrazi, drumuri si strazi de orice tip, platforme de parcare, piste de aerodromuri etc. Betonul de ciment se mai poate folosi si la fundatiile acestor constructii, imbracamintile fiind realizate din mixturi asfaltice. Folosirea imbracamintilor din beton de ciment, denumite sisteme rutiere rigide, necesita investitii initiale mai mari la drumuri fata de imbracamintile asfaltice. Aceste imbracaminti au insa avantajul unor cheltuieli de intretinere si reparatii curente cu mult mai reduse decat mixturile asfaltice. In plus, perioada de serviciu a sistemelor rutiere rigide este cu mult mai mare in comparatie cu sistemele rutiere nerigide (fig 1.2). [1.7. / 1.8]. Rezulta ca imbracamintile din beton de ciment, prin calitatile lor, constituie una din solutiile care corespund in bune conditii cresterii traficului rutier, ca numar de vehicule si sarcina pe osie. [1.2.]

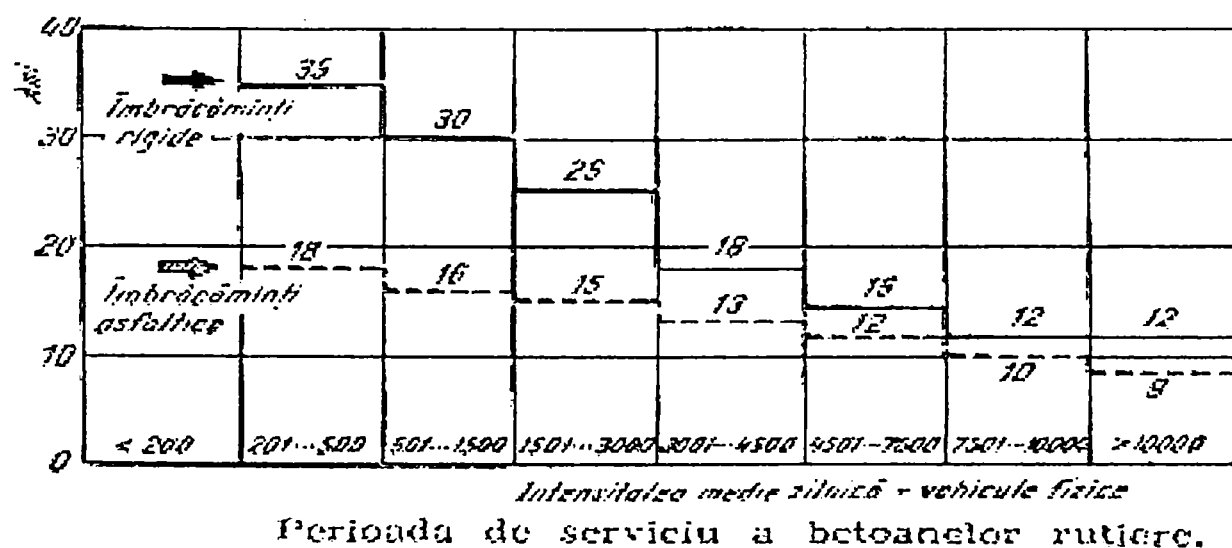


Fig.1.2.



Imbracamintile pot fi executate intr-unul sau mai multe straturi, stratul superior fiind de uzura iar celelalte straturi de rezistenta. In cazul in care imbracamintile se executa intr-un singur strat, calitatea betonului va fi cea a stratului de uzura.

Betonul folosit la imbracaminti va avea caracteristicile mecanice date in tabelul 1.3.

### Caracteristici mecanice ale betoanelor rutiere

Tabelul 1.3.

Clasa tehnica a drumului	Caracteristici	Stratul de:	
		Uzura de 6 cm	Rezistenta
Autostrazi, drumuri publice si strazi de clasa I...IV, drumuri industr. asimilate, piste de aerodromuri	Clasa	Bc 5	Bc 4,5
	$R_i$ N/mm <sup>2</sup>	5.0	4.5
Drumuri si strazi de clasa V, drumuri industr., agricole si forestiere asimilate acestora, alei, platforme de stationare si locuri de parcare	$R_i$ N/mm <sup>2</sup>	4.5	4.5
	Clasa	Bc 4,5	Bc 4,5

Executarea imbracamintilor rutiere rigide se poate face in sistemul clasic, prin care cele doua straturi de beton sunt turnate in cofraje alcatuite din longrine metalice fixe, care se inlatura numai dupa intarirea betonului. Sistemul are dezavantajul unei productivitati reduse si al unui necesar mare de mana de lucru. O metoda de executie de mare randament si economie de manopera o constituie tehnologia de executie a imbracamintilor rutiere rigide cu ajutorul cofrajelor glisante. Conform acestei metode, masina pune in opera betonul, intr-un singur strat, efectuand operatiile de asternere, compactare si finisare. [1.9.]

O influență favorabilă asupra caracteristicilor fizico – mecanice ale betonului o are revibrarea betonului la mijlocul perioadei de priză. Prin revibrare se îmbunătățesc toate proprietățile betoanelor de ciment: majorarea rezistențelor mecanice, reducerea deformațiilor mecanice, din contracție și din curgere lentă, mărirea compactității și eliminarea microfisurilor inițiale, care au ca rezultat, deosebit de important pentru betoanele rutiere, mărirea durabilității betonului (impermeabilitate și rezistență la îngheț – dezgheț sporite).

Tehnologia revibrării se poate aplica cel mai ușor la executarea îmbrăcămintelor rutiere și a pistelor de aviație, întrucât nu perturbă tehnologia de execuție; în schimb se obține o îmbunătățire substanțială a proprietăților betonului. [1.10. / 1.11.]

Înainte de turnarea betonului, suprafața fundației se va acoperi cu un strat de nisip de rău de 2 cm, iar deasupra nisipului se așază o foaie de hartie sau de polietilenă, care are rolul de a separa îmbrăcămintea de fundație și prin aceasta de a elimina împiedicarea deformației din contracție a betonului. Betonul se compactează cu ajutorul vibrofinisoarelor sau cu ajutorul plăcilor sau grinzilor vibratoare.

Betonul turnat în îmbrăcămintă se va proteja, după ce s-a zăvătat, prin unul din următoarele procedee: folie de polietilenă pe timp de 10 zile; pelicula de emulsie de parafină; pelicula de bitum tăiat și nisip; pelicula de emulsie cationică și nisip; strat de nisip de 3 cm grosime, menținând umed timp de 10 zile.

O problemă importantă la îmbrăcămintele rutiere rigide o constituie rosturile longitudinale și transversale, care pot fi:

- de contact, pe toată grosimea îmbrăcămintii, rezultând între benzile de beton (longitudinale) sau când se întrerupe turnarea betonului (transversale). Se realizează prin ungere cu bitum sau emulsie de bitum a suprafeței verticale a betonului și prin așzarea unei fasii de carton asfaltat sau de polietilenă;

- de dilatație, pe toată grosimea îmbrăcămintii, la distanță maximă de 100 m. Rostul se realizează prin interpunerea unei scânduri, PAL sau PFL în stratul de rezistență și prin tăierea stratului de uzură;

- de contracție – încovoiere, pe grosimea stratului de uzură sau pe  $1/3 - 1/4$  din grosimea stratului, când îmbrăcămintea se realizează dintr-un singur strat. Rosturile se execută la distanțe între 4 și 6 m,

prin taierea betonului dupa 12 – 24 ore de la punerea in opera sau prin introducerea in betonul proaspat a unei foi de carton asfaltat sau folie de polietilena.

Se folosesc si imbracaminti rutiere din beton armat, sau chiar beton precomprimat; aceste solutii conduc la obtinerea unor straturi rutiere relativ simple, cu economii de beton de 25 – 28% si fac posibila eliminarea rosturilor transversale, cu exceptia celor de lucru (intreruperi de turnare).

Pentru a avea o rezistenta cat mai mare la gelivitate, betoanele rutiere se executa cu cimenturi bogate in  $C_3S$  si cu aer oclus:

- se vor folosi cimenturi de drumuri CD 42,5 si cimenturi I 42,5 R
- agregate avand curba granulometrica continua
- un raport A/C sub 0,45 - aditivii utilizati vor fi astfel dozati incat volumul de aer oclus sa nu depaseasca  $3,5 + 0,5 \%$
- rezistenta la intindere prin incovoiere trebuie sa fie  $R_{ti} \geq 5 \text{ N/mm}^2$ , pentru stratul de uzura, si  $R_{ti} \geq 4,5 \text{ N/mm}^2$ , pentru stratul de rezistenta
- rezistenta la inghet-dezghet se apreciaza dupa 50 de cicluri, dupa care rezistenta la compresiune nu trebuie sa scada cu mai mult de 25%. [1.2.]

### 3.3. BETOANE REZISTENTE LA TEMPERATURI RIDICATE

Betoanele rezistente la temperaturi ridicate sunt acele betoane care isi mentin caracteristicile fizico – mecanice esentiale in anumite limite, chiar dupa ce au fost supuse timp indelungat unor temperaturi inalte. In functie de temperaturile la care sunt folosite, aceste betoane se clasifica in: [1.12.]

- beton termorezistent: refractaritate  $< 1500^{\circ}\text{C}$ , temperatura de folosire  $200 - 1100^{\circ}\text{C}$ ;

- beton refractar:  $1500^{\circ}\text{C} < \text{refractaritatea} < 1790^{\circ}\text{C}$ , temperatura de folosire  $1100 - 1300^{\circ}\text{C}$ ;

- beton foarte refractar: refractaritatea  $> 1790^{\circ}\text{C}$ , temperatura de folosire  $> 1300^{\circ}\text{C}$ .

Betoanele refractare se utilizeaza in agregate termice si cuptoare industriale in care temperatura nu depaseste  $1200^{\circ}\text{C}$ . [1.2.]

Liantii folositi la prepararea betoanelor refractare sunt: cimentul aluminos, cimentul portland cu stabilizatori ceramici, lianti speciali ca silicatul de sodiu, cimentul magnezian s.a. Cimentul aluminos este liantul care se preteaza cel mai bine la prepararea betoanelor refractare. Cimentul portland nu poate fi utilizat singur, ci in prezenta unui stabilizator ceramic. Acesta are rolul de a mentine rezistenta mecanica necesara in perioada deshidratarii totale a cimentului intre  $400$  si  $900^{\circ}\text{C}$ , asigurand totodata si formarea unor silicati si aluminati anhidri de calciu. Ca stabilizatori ceramici se adauga agregate fine, cum ar fi argile refractare, zgura metalurgica refractara, samota.

La noi in tara se foloseste cimentul Portland I 42,5 si I 42,5 R cu un stabilizator ceramic din samota refractara sau argila refractara. In afara cimentului Portland se folosesc cimenturi refractare superaluminoase Alicem 1, 2 si Alicem M. [1.3.]

Agregatele utilizate la prepararea betoanelor refractare sunt: samota, minereu de crom, bauxite albe refractare, alumina tabulara,

carbura de siliciu, electrocorindon alb si negru s.a. Agregatele trebuie sa aiba o forma cat mai colturoasa.

Conditia de baza care se pune agregatelor este de a avea o granulozitate buna pentru a rezulta un beton cu un consum cat mai redus de liant si apa, asigurandu-se astfel o mai buna refractaritate.

Apa folosita la prepararea acestor betoane este apa potabila cu  $A/C = 0,4-0,5$ .

Betonul ners (crud) cat si betonul ars la  $1200^{\circ}\text{C}$  trebuie sa prezinte caracteristicile din tabelul 1.4.

### Caracteristici ale betoanelor refractare

Tabelul 1.4.

Caracteristici	U.M.	Conditii de admisibilitate pentru	
		Beton ners	Beton ars
Densitatea aparenta min.	$\text{Kg/m}^3$	1900	1800
Rezistenta min. 7 zile la compresiune 14 zile la: 28 zile	$\text{N/mm}^2$	7 10 15	12
Porozitatea aparenta, max.	%	–	35
Contractia la uscare, max	%	–	1.5

Fata de ceramica refractara, betonul refractar are urmatoarele avantaje: rapiditate de executie, nu necesita ardere prealabila, turnare in forme complicate, eliminarea rosturilor, rezistenta mai mare la soc termic si vibratii, pret de cost mai redus, conductivitate termica mult mai scazuta, durabilitate mai mare, permite reparatia la cald sau la rece a agregatelor termice.

Folosirea betoanelor refractare a inceput sa fie tot mai larga la: captusirea unor agregate termice din industria siderurgica, metalurgia feroasa si neferoasa, industria ceramica si a sticlei, industria cimentului, industria chimica, tehnica nucleara. [1.2.]

### 3.4. BETOANE ANTIACIDE

Betoanele antiacide au proprietatea de a rezista la actiunea mediilor acide, fiind folosite ca straturi de protectie a elementelor de beton la fundatii de rezervoare si bazine, la captusirea unor utilaje si agregate, la rosturile pardoselilor din placi antiacide etc. [1.2.]

In aceasta categorie de materiale intra mortarele si betoanele de protectie anticoroziva. Mortarele au in compozitia lor un nisip provenind din roci rezistente la coroziune chimica. Betoanele au aceeasi compozitie ca si mortarele, agregatul folosit avand atat parte fina cat si agregat mare cu o compozitie granulometrica bine stabilita, pentru a da o impermeabilitate cat mai mare. [1.3.]

Liantii folositi la betoanele antiacide se bazeaza, in principal, pe silicati solubili, dintre care cel mai folosit este silicatul de sodiu –  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  (sticla solubila). Se mai pot utiliza lianti de natura organica, cum sunt rasinile pe baza de polimeri.

Agregatele trebuie sa provina din roci rezistente la agenti chimici agresivi si sa aiba o buna granulozitate. Se pot utiliza: cuarțul, granitul, sienitul, dioritul, andezitul, bazaltul, tufurile vulcanice s.a.

Folosirea sticlei solubile ca liant presupune si utilizarea unor adaosuri acceleratoare de priza si intarire. Cel mai des se folosesc fluorosilicatii de sodiu ( $\text{Na}_2\text{SiF}_6$ ) si potasiu ( $\text{K}_2\text{SiF}_6$ ). Se mai utilizeaza si acizi concentrati, esteri ai acizilor grasi; adaugarea acestor substante face ca priza sa se produca in cateva minute.

In afara mediilor acide, betoanele se folosesc si in mediu cu agresivitate carbonica sau sulfatica si la dezalcalinizare, caz in care alegerea liantului este foarte importanta (tabel 1.5.). [1.4.]

Alegerea cimenturilor la agresivitatea carbonica, sulfatica si la dezalcalinizare

Tabelul 1.5.

Natura agresivitatii	Gradul de agresivitate	Cimenturi pentru beton	
		Simplu	Armat
Agresivitate carbonica	slaba	II/A-S 32,5/42,5	II/A-S 32,5R/42,5R
	intensa si foarte intensa	I 42,5	I 42,5R
Agresivitate sulfatica	foarte slaba si slaba	II/A-S; II/A-V II/B-S 32,5/42,5	H I, H II/A-S 32,5/42,5
	intensa si foarte intensa	SR II/B-S, SR II/A-S 32,5/42,5	SR I 32,5/42,5
Agresivitate la dezalcalinizare	slaba	II/A-S 32,5R/42,5	II/A-S 32,5R/42,5

### 3.5. BETOANE DE PROTECTIE IMPOTRIVA RADIATIILOR

Betonul, ca material de protectie impotriva radiatiilor nucleare, este materialul cel mai ieftin, fapt pentru care este foarte folosit in toate instalatiile unde exista surse radioactive.

Ca liant se foloseste fie cimentul Portland, fie lianti de alta natura, dar in dozaje ridicate: liantul trebuie sa aibe rezistente mecanice ridicate, caldura de hidratare redusa, contractii mici, rezistenta buna la inghet-dezghet.

Agregatele joaca un rol important deoarece betoanele foarte grele dau cea mai buna atenuare a radiatiilor nucleare penetrante. In mod obisnuit pentru prepararea acestor betoane se utilizeaza barita, magnetitul, limonitul, deseuri de fier vechi etc. [1.3]



### 3.6. BETOANE APARENTE – DECORATIVE

Folosirea la unele constructii sau elemente ale constructiilor a betoanelor aparente este o solutie relativ noua, cu efecte estetice deosebite si avantaje economice globale evidente. [1.13.]. Betonul aparent este folosit la elemente monolite si prefabricate – mai cu seama panouri mari – ale cladirilor social – culturale si de locuit ca si la constructii industriale, sportive, de poduri etc., rezultand economii de manopera si micșorarea consumurilor de materiale la executie cat si la intretinerea ulterioara, in comparatie cu solutiile clasice cu aceeasi valoare decorativa.

Betoanele aparente se realizeaza cu parament natural obisnuit sau cu parament natural colorat. La realizarea betoanelor aparente, problemele esentiale care se pun sunt de natura tehnologica si mai putin de compozitie a betonului.

Realizarea corespunzatoare a cofrajelor, atat pentru elementele monolite cat si pentru cele prefabricate, este hotaratoare. In acest sens se recomanda urmatoarele: [1.14.]

- curatirea corespunzatoare a cofrajelor, evitandu-se distrugerea fibrelor profilurilor;

- chituirea perfecta cu mortar de ciment–aracet 3:1 a tuturor rosturilor ce apar la tipare;

- finisarea suprafetelor rugoase ale profilurilor sau a suprafetelor chituite prin slefuire cu hartie sticlata;

- folosirea unei solutii decofrante corespunzatoare (motorina cu 6-10 % parafina), care se aplica foarte fluida, in mai multe straturi, pentru o ungere completa si uniforma a tiparului, inclusiv a fibrelor si rosturilor chituite;

Compactarea betonului este de mare importanta, astfel incat se face in mod obligatoriu cu pervibratoare, vibratoare placa sau vibratoare de cofraj, in functie de dimensiunile, forma si pozitia elementelor.

Decofrarea elementelor din beton aparent se efectueaza atunci cand rezistenta betonului la compresiune pe cuburi, mentinute in aceleasi conditii cu elementul, are minim 60 % din rezistenta finala prevazuta in proiect; masura se ia pentru a se preintampina rupturile sau alte defecte. Dupa decofrare, elementele se vor uda timp de 3 zile.

La elementele prefabricate, manipularea, transportul si depozitarea se fac cu foarte mare grija pentru a se evita ruperea sau murdarirea clementelor. [1.2.]

**CONCLUZII :** In acest capitol s-a evidenciat crearea de betoane cu proprietati specifice pentru diferite domenii de folosire, in concordanta cu parametrii specifici de utilizare.

**CONTRIBUTIE PERSONALA :** Sistematizarea cunostintelor specifice existente in literatura de specialitate, privind tipurile de betoane speciale.

## Bibliografie

- 1.1 I. Ionescu si T. Ispas “Proprietatile si tehnologia betoanelor” Ed. Tehnica Buc. 1997
- 1.2 C. Avram si C. Bob “Noi tipuri de betoane speciale” Ed. Tehnica Buc.1980
- 1.3 C. Bob, I. Buchman, E. Jebelean, M. Rosu, C. Rosu “Materiale de constructii” – curs-Universitatea Tehnica Timisoara 1995
- 1.4 Cod de practica pentru executarea lucrarilor din beton, beton armat si beton precomprimat. Indicativ NE 012-99
- 1.5 I. Buchman “Betoane de ultra inalte performante” Ed. Orizonturi Universitare Timisoara 1999
- 1.6 Increte Systemes – Oferta
- 1.7 L. Nicoara, I. Filimon “Tehnologii moderne pentru constructia, intretinerea si ranforsarea sistemelor rutiere rigide” 1977
- 1.8 CNIT, Conferinta a VIII-a de Betoane “Betoane speciale si noi tipuri de betoane” Vol I+II+III, Cluj Napoca 1977
- 1.9 C. Baubec, N. Poenaru “Beton de ciment pentru executia imbracamintilor rutiere cu ajutorul cofrajelor glisante”1997
- 1.10 C. Avram, N. Voina, O. Marsu, A. Mihaescu, I. Renoth, Gh. Deheleanu, L. Nicoara “Folosirea tehnologiei revibrarii la executarea imbracamintilor rutiere din beton de ciment” Buc. Reg. Transporturilor, Nr.11, 1969
- 1.11. C. Avram, A. Mihaescu, I. Renoth, I. Patcas, A. Iepureanu “Aplicarea revibrarii betonului la executia imbracamintilor rutiere”, Buc. Reg. Transporturilor, Nr.4, 1971
- 1.12 A. Petzold, M. Rohrs “Betoane pentru temperature inalte” traducere din limba germana – Buc. Ed. Tehnica 1971
- 1.13 E. Beiu, P. Popa “Betonul aparent cu parament natural, tehnic sau decorativ” Referat de sinteza 1977
- 1.14 E. Beiu, P. Popa, G. Mircean “Beton aparent cu parament natural in relief” 1977

**CAPITOLUL II**

**ADITIVI OBISNUITI SI SPECIALI**  
**FOLOSITI LA PREPARAREA**  
**BETOANELOR**

# 1. DEFINITIE, ISTORIC, CLASIFICARI

Aditivii sunt substante sau produse tehnice, care, introduse in proportii mici (sub 5%) in compozitia suspensiilor mortarelor si betoanelor de ciment, produc o modificare dorita a proprietatilor amestecurilor, ca urmare a unei actiuni fizico – chimice. Aditivii se introduc in momentul prepararii amestecurilor sau uneori pot fi incorporati in ciment. [2.1.]

Inca din cele mai vechi timpuri oamenii au utilizat grasimile si sangele de porc in betonul de var cu puzzolane pentru marirea durabilitatii acestuia. Odata cu aparitia betonului de ciment (1875-1880), s-au utilizat aditivi cu scopul reglarii prizei si intaririi, adaugandu-se in acest scop ghipsul ca regulator de priza si apoi clorura de calciu pentru accelerarea intaririi (1885). In scopul imbunatatirii impermeabilitatii si a durabilitatii betonului utilizat in mediu umed, s-au folosit aditivi care maresc gradul de impermeabilitate al betonului, studiindu-se actiunea uleiurilor de in, a sapunurilor, a pulberilor minerale (argila, kiselgur).

Exista mai multe criterii de clasificare a aditivilor.

Dupa natura proceselor fizico-chimice care stau la baza actiunii lor, aditivii se clasifica astfel:

1. Modificatori ai proceselor de priza si intarire - sunt substante solubile in apa care modifica proprietatile termodinamice ale solutiilor, modificand astfel procesele de hidratare si hidroliza ale cimenturilor.

Din aceasta categorie fac parte si aditivii antigel, carora insa, li se cere in primul rand coborarea accentuata a temperaturii de inghet a apei.

2. Aditivi tensioactivi - sunt cei a caror actiune principala este modificarea tensiunii superficiale la limita de separare a fazelor solid-lichid-gaz.

3. Materiale pulverulente - care fie ca au proprietati coloidale, fie ca reactioneaza cu produsele de hidratare ale cimentului, modifica in special proprietatile reologice si structura cimentului intarit.

4. Alti aditivi - care prin proprietatile lor (polimeri organici, substante insecticide, fungicide) prin reactii chimice (formatori de gaze, aditivi de expansiune) sau prin reactii electro-chimice (inhibitori de coroziune) modifica esential unele proprietati ale betonului.

Domeniul de utilizare al aditivilor este obtinerea unor betoane cu performante ridicate, de mare durabilitate, prin utilizarea stiintifica a materiilor prime si a tehnologiilor moderne. Folosirea unor aditivi fluidizanti, care permit reducerea raportului apa/ciment cu sporirea rezistentelor mecanice, nu trebuie sa atraga dupa sine reducerea dozajului de ciment, care conditioneaza si alte calitati decat marca. Daca unii aditivi se folosesc in scopul maririi marci betonului, majoritatea lor se utilizeaza in scopul imbunatatirii unor calitati mai deficitare ale acestuia sau uneori aditivii pot conferi unele proprietati specifice cerute in anumite conditii de exploatare.

Aspectul economic al utilizarii in beton trebuie legat in special de performantele betonului, de calitatile specifice, de durabilitate, de productivitatea procedeeilor tehnologice de preparare si punere in lucrare a betonului, factori care luati in considerare ar stimula in mai mare masura utilizarea aditivilor.

## 2. ADITIVI CLASICI PENTRU BETOANE SI MORTARE

### 2.1. ADITIVI MODIFICATORI AI PROCESELOR DE PRIZA SI INTARIRE

Aditivii modificatori de priza si intarire sunt produse care isi manifesta in principal influenta asupra vitezei proceselor de priza si intarire pe care le modifica in sensul dorit. Ei sunt, in cea mai mare parte, substante solubile in apa, care modifica viteza de dizolvare a constituentilor anhidri din ciment si viteza de coagulare si cristalizare a produselor de hidratare. Prin interactiuni chimice cu produsele de hidratare ale cimentului, unele substante utilizate ca aditivi pot forma noi combinatii a caror proprietati influenteaza desfasurarea in continuare a prizei si intaririi.

Tinand seama de procesele fizico – chimice pe care aditivii le determina, de tehnologiile de punere in lucrare a betoanelor si de proprietatile produselor intarite, aditivii din aceasta categorie se impart in urmatoarele grupe:

- acceleratori de priza
- acceleratori de priza si intarire
- acceleratori de intarire
- intarzieri de priza.

Modificatorii de priza si intarire tratati in acest capitol actioneaza in primul rand asupra solubilizarii constituentilor din ciment, modifica gradul de suprasaturare al solutiilor, viteza de crestere a neoformatiunilor si prin aceasta structura produsul finit. In cazul formarii unor produse de hidratare cu o solubilitate limitata pot sa apara particule cu dimensiuni coloide (exemplu: hidrosilicati de calciu) cu structura de sol, cu stabilitatea determinata de compozitia solutiilor. Daca prin reactiile chimice ale aditivilor cu produsele de hidratare ale cimentului rezulta saruri putin solubile ( $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{CaC}_2\text{O}_4$ ,  $\text{BaSO}_4$  etc) se formeaza initial suspensii care se depun.

## Mecanismul de actiune al aditivilor modificatori de priza si intarire

Acceleratorii sau intarzietorii de priza si intarire trebuie sa fie substante solubile in apa de amestec incat sa actioneze asupra proceselor de dizolvare a constituentilor anhidri din clincher. [2.2.]

Acceleratorii sunt substante care cuprind fie anioni puternici care dizolva varul din silicati, fie cationi puternici care dizolva alumina din aluminati si eventual silicea din silicati.

Intarzietorii de priza cuprind anioni si cationi care prin reactia cu cimentul formeaza saruri insolubile care precipita la suprafata granulelor de ciment si indeplinesc rolul de "calmatori" intarziind procesele de hidratare si hidroliza.

Dupa modul lor de actiune se face urmatoarea clasificare: [2.3.]

- categoria I cuprinde substante care reactioneaza usor cu  $\text{Ca(OH)}_2$  cu formarea unor saruri de calciu greu solubile (silicati si aluminati solubili, saruri de fier, aluminiu, cupru).

- categoria a II-a cuprinde substante care accelereaza precipitarea  $\text{Ca(OH)}_2$  (exemplu:  $\text{CaCl}_2$ , diversi hidroxizi).

- categoria a III-a cuprinde substante care au ca efect principal interactiuni chimice cu hidroaluminatii de calciu cu formarea unor complexi relativ stabili care cristalizeaza de obicei in cristale mari alungite (exemplu:  $\text{CaSO}_4$ ).

- categoria a IV-a cuprinde substante care reactioneaza concomitent cu aceeasi viteza atat cu  $\text{Ca(OH)}_2$  pe care il trec in carbonat de calciu cat si cu hidroaluminatii de calciu cu formarea hidrocarboaluminatilor de calciu (exemplu: acid carbonic, carbonatii solubili etc).

### Aditivi cu actiune dizolvanta, care sporesc forta ionica a solutiei iar ionii exercita o actiune coagulanta

Acceleratorii modifica hidroliza si hidratarea constituentilor mineralogici din cimentul portland in primul rand prin SOLUBILIZAREA constituentilor anhidri si prin COAGULAREA produselor de hidratare. Rezulta ca actiunea acceleratoare a unor acizi



sau baze creste cu taria acidului sau a bazei data prin gradul de ionizare. [2.4.]

Formarea hidrosilicatilor de calciu si coagularea acestora este o cauza a prizei si intaririi cimenturilor.

### 2.1.1. Acceleratorii de priza

Aditivii acceleratori de priza sunt produse utilizate in scopul accelerarii proceselor de priza pana la cateva (2–5) minute. Ei se folosesc in compozitia pastelor si a mortarelor fine de ciment pentru obturarea fisurilor, a gaurilor, in scopul opririi infiltratiilor de apa, a executarii unor parti ale constructiilor provizorii care sa protejeze de viiturile de apa. Aceasta categorie de aditivi trebuie sa duca la o RIGIDIZARE IMEDIATA a pastelor sau mortarelor, fara a se cere o evolutie favorabila in timp a rezistentelor mecanice, cand lucrarile au un caracter provizoriu. In unele tari se fabrica „cimenturi prompte” utilizate in aceste scopuri al caror timp de priza este de 2 la 4 minute. [2.5.]

Priza rapida se poate realiza cu ajutorul aditivilor chimici. In acest scop se utilizeaza ALUMINAT DE SODIU  $\text{Na}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3$ , carbonat de sodiu  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , silicat de sodiu  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ , hidroxizi alcalini  $\text{NaOH}$ ,  $\text{KOH}$ , carbonat de amoniu  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ , procente mai mari de cloruri etc. Efectul lor depinde mult de compozitia cimentului si de procentul adaugat.

Aditivii care accelereaza puternic priza, enumerati mai sus, determina hidratarea intensa in faza initiala a aluminatilor de calciu si formarea unor structuri de COAGULARE RAPIDA, afanate.

Aditivii acceleratori de priza se prezinta sub forma de pulbere sau sub forma de solutie concentrata care se amesteca cu cimentul in momentul utilizarii. Suprafata pe care se aplica trebuie bine curatata. Amestecurile se pregatesc in cantitati mici tinand seama de priza lor rapida si se pun in lucrare in momentul cand amestecul a inceput sa se incalzeasca. Timpul de priza se poate regla prin alegerea cimenturilor potrivite, iar pentru o mai intensa accelerare se poate utiliza apa incalzita in care se dizolva aditivul. In cazul unei presiuni mai mari a apei, dupa aplicare, materialul se tine presat pana la terminarea prizei. Dupa aplicare este indicata mentinerea unei umiditati necesare. [2.1.]

### 2.1.2. Acceleratorii de priza si intarire

Aditivii acceleratori de priza si intarire sunt produse care accelereaza priza si intensifica cresterea rezistentelor initiale ale mortarelor si betoanelor, fara a influenta defavorabil in afara unor limite tolerabile, evolutia rezistentelor ulterioare. Acesti aditivi cer de cele mai multe ori tehnologii speciale de punere in lucrare a betonului prin: injectare, torcretare etc.

Astfel de aditivi se utilizeaza in lucrari de consolidare a boltilor si peretilor galeriilor subterane in exploatare miniere, la constructia si intretinerea soselelor din beton, betonarea taluzurilor, betonari pe timp rece etc. Betonul face priza in cateva (2-10) minute si se intareste intr-un timp foarte scurt cu bune proprietati de rezistenta si durabilitate in timp.

#### Substante acceleratoare de priza si intarire

Aditivii utilizati intensifica reactiile de hidratare-hidroliza, reactioneaza cu cimentul iar produsele rezultate trebuie sa fie capabile sa dezvolte rezistentele mecanice necesare si stabile in timp.

Acesti aditivi sunt: fluorurile alcaline (NaF, KF), sulfatul de fier ( $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ ) sau diferite compozitii cu denumiri tehnice care contin substante cu actiune acceleratoare ca: aluminat de sodiu, clorura de aluminiu  $\text{AlCl}_3$ , clorura ferica  $\text{FeCl}_3$ , clorura de calciu  $\text{CaCl}_2$ , hidroxizi alcalini etc. [2.1.]

### 2.1.3. Acceleratorii de intarire

Acceleratorii de intarire sunt aditivi care intensifica cresterea rezistentelor mecanice ale mortarelor si betoanelor, in faza initiala, fara sa influenteze defavorabil rezistentele finale si fara o influenta esentiala asupra prizei.

Acceleratorii de intarire se recomanda a se utiliza in urmatoarele conditii:

- prefabricare, pentru obtinerea intr-un timp scurt a rezistentei de transfer, de decofrare si transport cu posibilitatea evitarii tratamentului termic adesea prea scump si care influenteaza negativ multe din proprietatile betonului;

- decofrarea rapida a elementelor din beton turnate monolit in scopul scurtarii timpului de decofrare si a utilizarii in conditii mai bune a tiparelor;

- betonarea in cofraje glisante, procedeu rapid de betonare continua (cofrajele se ridica cu 10–15 cm/ora), care permite o intensificare a ritmului de executie, iar in prezenta aditivilor acceleratori se reduce si presiunea asupra cofrajului;

- betonarea pe timp racoros necesita folosirea aditivilor acceleratori alaturi de masurile necesare a fi luate in astfel de conditii;

- in toate lucrarile din beton, cand se urmareste reducerea perioadei de mentinere in cofraj, de intretinere ulterioara si dare in exploatare;

- aditivii acceleratori se pot utiliza in amestec cu alti aditivi, in special cu aditivii fluidizanti, in scopul reducerii raportului apa/ciment. [2.1.]

### Aditivi acceleratori de intarire utilizati in mortare si betoane

Acestia pot fi anorganici sau organici. [2.1.]

Aditivi acceleratori de intarire anorganici. Utilizarea clorurilor ca acceleratori de intarire este cel mai folosit mijloc de accelerare a intaririi betonului prin aditivitate. Acestea pot fi:

- clorura de calciu  $\text{CaCl}_2$
- clorura ferica  $\text{FeCl}_3$
- clorura de aluminiu  $\text{AlCl}_3$
- clorura de bariu  $\text{BaCl}_2$

Din aceeasi categorie de aditivi anorganici mai fac parte:

- azotatul de calciu  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$
- azotitul de calciu  $\text{Ca}(\text{NO}_2)_2$
- sarurile de fier - a caror intensitate a accelerarii intaririi betonului este in ordinea [2.6.]  
 $\text{FeCl}_3 > \text{Fe}(\text{NO}_3)_3 > \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$

- clorura stanoasa  $\text{SnCl}_2$
- clorurile alcaline
- clorura de sodiu  $\text{NaCl}$
- fluorura de sodiu  $\text{NaF}$

- silicatul de sodiu  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$
- sulfatul de sodiu  $\text{Na}_2\text{SO}_4$
- aluminatul de sodiu  $\text{Na}_2\text{O} * \text{Al}_2\text{O}_3$
- carbonatii alcalini  $\text{Na}_2\text{CO}_3$   
 $\text{K}_2\text{CO}_3$
- alcaliile  $\text{NaOH}$   
 $\text{KOH}$

Aditivi acceleratori de intarire organici. Substante organice utilizate pana in prezent ca acceleratori de intarire sunt mai putine iar efectul lor mai putin cunoscut:

- acidul oxalic  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$
- etilenglicolul  $\text{C}_2\text{H}_4(\text{OH})_2$
- trietanolamina  $\text{N}(\text{CH}_2 - \text{CH}_2\text{OH})_3$
- rasinile melaminice anionice solubile in apa

#### 2.1.4. Intarziatorii de priza

Aditivii intarziatori de priza sunt produse care micsoreaza viteza reactiilor de hidratare si hidroliza a cimenturilor in limite dorite, fara a influenta negativ dezvoltarea ulterioara a structurii de rezistenta. Un intarziator de priza bun micsoreaza cresterea rezistentelor mecanice in primele ore, dar dupa 2–3 zile rezistentele mecanice nu sunt inferioare, iar la 28 de zile sunt chiar superioare betonului fara aditivi (la consistente egale). Aditivii din aceasta grupa pot sa aibe si un efect fluidizant de reducere a necesarului de apa „fluidizanti – intarziatori” cand cresterea rezistentelor mecanice ale betoanelor la 28 de zile poate depasi valori de 15 – 25%. [2.1.]

Utilizarile intarziatorilor de priza sunt numeroase:

- betonarea fara rosturi de lucru
- betonarea pe timp calduros
- transportul betonului la distanta
- confectionarea prefabricatelor din beton aparent prin spalarea agregatelor din stratul de suprafata
- betonul pompat
- lucrari de injectare
- cimentarea sondelor

Aditivii intarziatori de priza introdusi in mortarele si betoanele de ciment actioneaza in moduri diferite:

- reduc viteza de hidratare si hidroliza a constituentilor din cimentul anhidru
- reactioneaza chimic cu produsele de hidratare si hidroliza ale cimentului si formeaza produsi insolubili sub forma de straturi subtiri (filme) la suprafata granulelor anhidre
- se absorb pe suprafata granulelor anhidre sub forma de filme monomoleculare si intarzie hidratarea acestora sau se absorb pe suprafata produselor de hidratare impiedicand consolidarea acestora prin marirea stabilitatii particulelor disperse

ADITIVI INTARZIETORI: - Forsen a incercat inca in anul 1938 sa faca o clasificare a substantelor intarziatoare de priza a cimentului portland in 4 grupe: [2.7.]

- Substantele din grupa I ar fi:  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Ca}(\text{ClO}_3)_2$ ,  $\text{CaI}_2$
- Grupa a II-a:  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{Ca}(\text{NO}_2)_2$ ,  $\text{CaBr}_2$
- Grupa a III-a:  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$
- Grupa a IV-a:  $\text{Na}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ ,  $\text{Na}_3\text{AsO}_4$ ,  $\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ .

## 2.2. ADITIVI TENSIOACTIVI

Aditivii tensioactivi sunt substante care se absorb pozitiv la limita de separare a fazelor si micsoreaza tensiunea superficiala. Astfel de substante se mai numesc si agenti activi de suprafata. [2.1.]

Substantele tensioactive introduse in compozitia mortarelor si betoanelor de ciment produc modificari esentiale ale proprietatilor, iar dupa mecanismul lor de actiune se deosebesc:

- aditivi fluidizanti
- aditivi antrenori de aer
- aditivi micsti

Unii aditivi pot sa apartina uneia din categoriile de mai sus, dar unele substante si mai ales produsele folosite industrial exercita efecte combinate, iar actiunea lor principala depinde si de procedeul utilizat (la procente mici un aditiv poate fi fluidizant iar la procente mai mari poate antrena cantitati mai mari de aer si invers).

### Substante tensioactive

Fata de apa care are o tensiune superficiala mare ( $\approx 73 \cdot 10^{-3}$  N/m la 20°C) foarte multe substante au proprietati tensioactive. O clasificare dupa constitutia lor activa chimica cu unele exemplificari, este data in tabelul 2.1.

	DE NUMIREA	Formula	
SUBSTANȚE (AGLNT) TENSIODACTIVE (C) - TENSIDE	ANIONICE	- Săruri ale acizilor grași cu Na, K (săpunuri)	$R-COONa$
		- Săruri ale acizilor grași cu amine (etanolanină, morfolină etc.)	$R-COO-NH-R'$
		- Aciți sulfonați	$R-O-SO_3Me$
		- Esteri sulfurici ai uleiurilor vegetale	$R-CH-R'-COOR''$   $O-SO_3Me$
		- Sulfatați ai alcoolilor alifatici superiori	$R-CH_2-CH_2-O-SO_3Me$ sau $R-CH-CH_2-CH_2OH$   $SO_3Me$
		- Hidrocarburi alifatiche sulfoclorurate și hidroizate alcalin	$R-CH_2-CH-CH_2-R$   $SO_3Na$
		- Amide ale acizilor grași sulfonați	$R \begin{cases} COA_m \\ OSO_3Me \end{cases}$
		- Produse de condensare ai acizilor grași cu aminoacizii	$R-CO-N-CH_2-COOH$   $R'$
		- Sulfatați ai acizilor grași esterificați cu alcoolii inferiori	$R-CH-CH_2-CH_2-COOR'$   $OSO_3Me$
		CATIONICE	- Săruri cuaternare de amoniu
- Clorura de trimetil cetilamoniu	$\left[ \begin{matrix} (CH_3)_3 \\ C_{17}H_{35} \end{matrix} \right] N \left[ Cl^- \right]$		
- Amine	$R-NH_2; R_1NH; R_2N$		
- Săruri de sulfoniu, săruri de fosfoniu			
AMFOLITICE	Substanțe care conțin în molecula lor o grupare acidă și una bazică, exemplu unei aminoacizi	$R \begin{cases} CCOH \\ NH_2 \end{cases}$	
NEIIONICE	- Esteri ai acizilor superiori cu poli-alcooli	$[-OC-R-COOR'-O-]$	
	- Substanțe provenite din condensarea acizilor superiori cu oxid de etilenă	$R-COOCH_2-(CH_2-OCH_2)_n-CH_2OH$	
	- Substanțe provenite prin condensarea alcoolilor superiori cu oxid de etilenă	$ROCH_2-(CH_2OCH_2)_n-CH_2OH$	

R, R', R'' - radicali alifatici sau aromatici; Me-metal alcalin (Na, K, NH<sub>4</sub>) sau H; A<sub>m</sub> - rest acizic; A<sup>-</sup> - anion

In procesele de adsorbție, partea nepolară ca și cea cu caracter polar se orientează către faza cu caracter asemănător. Astfel, grupările polare se adsorb pe medii polare ( ex. apă ) iar radicalii nepolari se îndreaptă ( și se scufundă ) în fața cu caracter nepolar ( ex. aer ). La concentrații mici ale substanței tensioactive stratul adsorbit se prezintă ca în figura 2.1.a. sau b. iar la saturatie ca în figura 2.1.c.

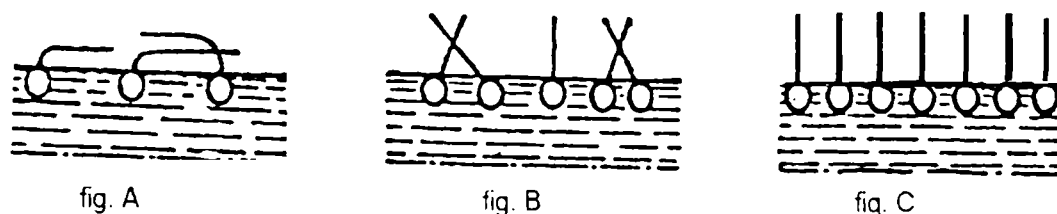


Fig.2.1 Formarea straturilor de adsorbție funcție de concentrația substanței tensioactive .

Asemănător “filmelor solubile” descrise mai sus, la suprafața solidelor și a lichidelor se pot forma și “filme insolubile”. Filmele insolubile se formează prin adsorbție, dar nu spontan ci prin așezarea lor în straturi monomoleculare. Prin suprapuneri repetate se pot forma filme polimoleculare (fig.2.2) ca urmare a orientării moleculelor unele față de altele prin forțe de dispersie.

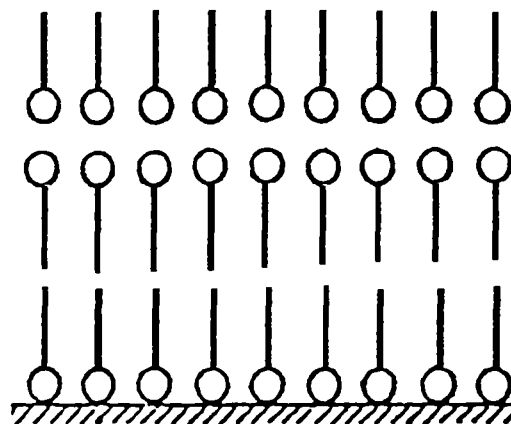


Fig. 2.2. Formarea filmelor polimoleculare prin adsorbție



## 2.2.1. Aditivi tensioactivi fluidizanti

Aditivii fluidizanti sunt substante tensioactive care, introduse in proportii mici, imbunatatesc lucrabilitatea mortarelor si a betoanelor de ciment, iar prin fluidizarea acestora, permit o reducere a raportului apa/ciment.

Datorita reducerii tensiunii superficiale a apei, astfel de aditivi pot antrena si cantitati mici de aer, din aceasta cauza trebuie definiti ca substante sau produse care reduc necesarul de apa mai mult decat reducerea corespunzatoare aerului eventual antrenat, dar reducerea de apa trebuie sa fie mai mare de 5% pentru o anumita consistenta a betonului.

### Mecanismul de actiune al aditivilor fluidizanti

Din punct de vedere structural, aditivii fluidizanti sunt substante tensioactive fie cu mai multe grupari polare ionice in structura lor (fig. 2.3.a.), fie substante neionice dar cu polaritate in molecula (fig. 2.3.b.) sau substante ionice avand polaritate si in lantul moleculei (fig. 2.3.c.).

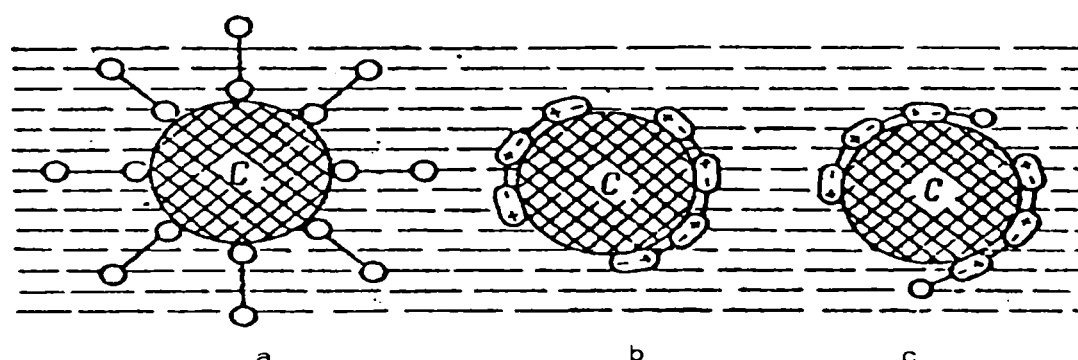


Fig 2.3. Mecanismul de adsorbție a aditivilor tensioactivi fluidizanti la suprafața granulelor de ciment :

a) substante tensioactive ionice cu mai multe grupari polare

b) substante tensioactive neionice

c) substante tensioactive ionice cu polaritate in lant moleculei

Influenta lor este un rezultat al absorbtiei la suprafata particulelor solide cu consecinte determinand fenomene ca: dispersarea, hidratarea cimentului, si influentand in mare masura formarea structurii de rezistenta.

#### Substante utilizate ca aditivi fluidizanti

Produsele de baza pot fi clasificate dupa structura moleculei lor si dupa modul de actiune in cateva subgrupe: [2.8. / 2.9. / 2.10.]

#### Lignosulfonatii de calciu, sodiu, magneziu, amoniu

-Lignosulfonatul de calciu- LSC- extras din lesiile sulfitice de la fabricarea celulozei.

#### Saruri ale acizilor organici hidroxilati

Cele mai folosite sunt sarurile de calciu sau sodiu ale acidului adipic, ale acidului gluconic si sarurile de sodiu si calciu ale altor acizi asemanatori.

#### Polimeri hidroxilati

In aceasta subgrupa intra o mare varietate de produse organice neionice printre care: derivati ai celulozei solubili in apa, hidrati de carbon (polizaharide, dextrine) compusi organici aminati cu trietanolamina etc. Substante experimentale cu o mare putere de fluidizare s-au dovedit unele rasini melaminice, latexuri de cauciuc, siliconi. [2.1.]

### 2.2.2. Aditivi antrenori de aer

Aditivii antrenori de aer sunt substante tensioactive care, adaugati in proportii mici in mortare si betoane, antreneaza si stabilizeaza un numar mare de bule de aer fine si separate, repartizate uniform in masa produselor si care pot determina o structurare a amestecurilor in care sunt incluse. Substantele care la agitare antreneaza aer prin spumare, dar nu determina o structurare a sistemului si o crestere a viscozitatii acestuia, sunt substante microspumante.

Cantitatea de aer antrenat in mortare -si betoane nu trebuie sa depaseasca 5 – 6% din volumul acestora.

Clasificarea substantelor antrenoare de aer este dificila din cauza actiunii lor complexe. Substantele care pot antrena aer sunt variate:

- acizi si saruri ale rasinilor din lemn, saponuri, saponina
- detergenti sintetici
- saruri ale acizilor din titei
- materiale proteice
- grasimi, uleiuri
- saruri ale hidrocarburilor sulfonate
- acizi lignosulfonatici si lignosulfonati
- produsi macromoleculari organici sintetici
- produsi de tipul siliconilor

Utilizarea principala a aditivilor antrenatori de aer este imbunatatirea lucrabilitatii si a rezistentei betonului la inghet-dezghet repetat. In diferitele clasificari ei sunt cuprinsi la aditivi "*modificatori ai proprietatilor reologice sau aditivi antigelivi*".

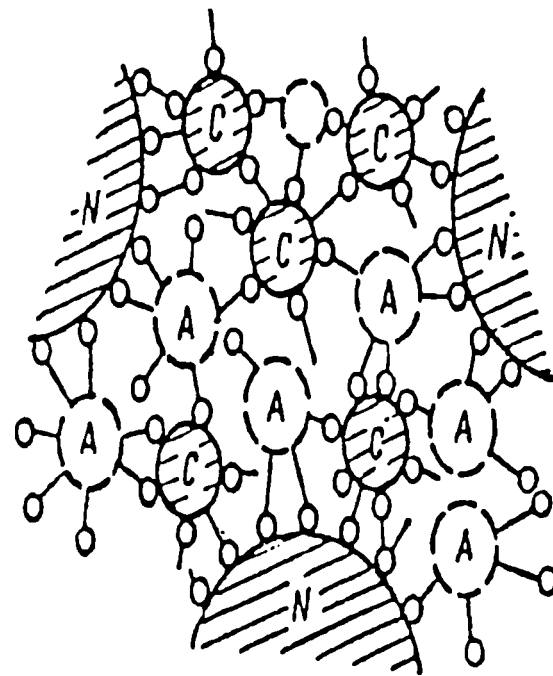
### Mecanismul de actiune al aditivilor antrenori de aer

Aditivii antrenori de aer sunt substante tensioactive a caror molecula este formata dintr-un lant hidrocarbonat nepolar si o grupare polara hidrofila. Intr-un mediu apos astfel de substante se absorb cu gruparea polara spre apa si cu gruparea nepolara spre aer (fig. 2.1.) reducand astfel tensiunea superficiala a solutiilor apoase.

Adaugati in beton acesti aditivi se orienteaza cu capatul polar spre granulele de ciment (care au caracter ionic) si spre agregate (cu caracter hidrofil) iar cu gruparea nepolara spre inafara.

Bulele de aer formate si stabilizate adera la suprafata particulelor solide (ciment, agregate) hidrofobizate (fig. 2.4.) si exercita un efect de dispersare a sistemului avand drept consecinte marirea lucrabilitatii si reducerea raportului apa/ciment.

Fig.2.4. Mecanismul antrenării aerului în beton:  
 N-granule de nisip  
 C-granule de ciment  
 A-bule de aer



Substanțele hidrofobizante se absorb și se chemosorb pe granulele de ciment și formează straturi cu planuri de alunecare după poziția radicalilor hidrocarbonați.[2.11.] La amestecarea cimentului cu apă, substanțele absorbite se desorb și prin absorbția lor la limita apă-aer scade tensiunea superficială și antrenează aer în beton (fig. 2.5.).

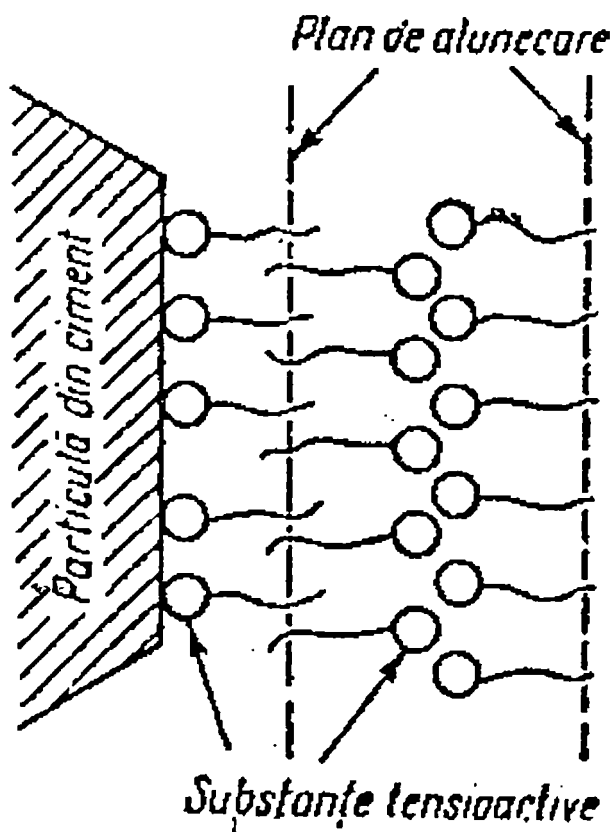
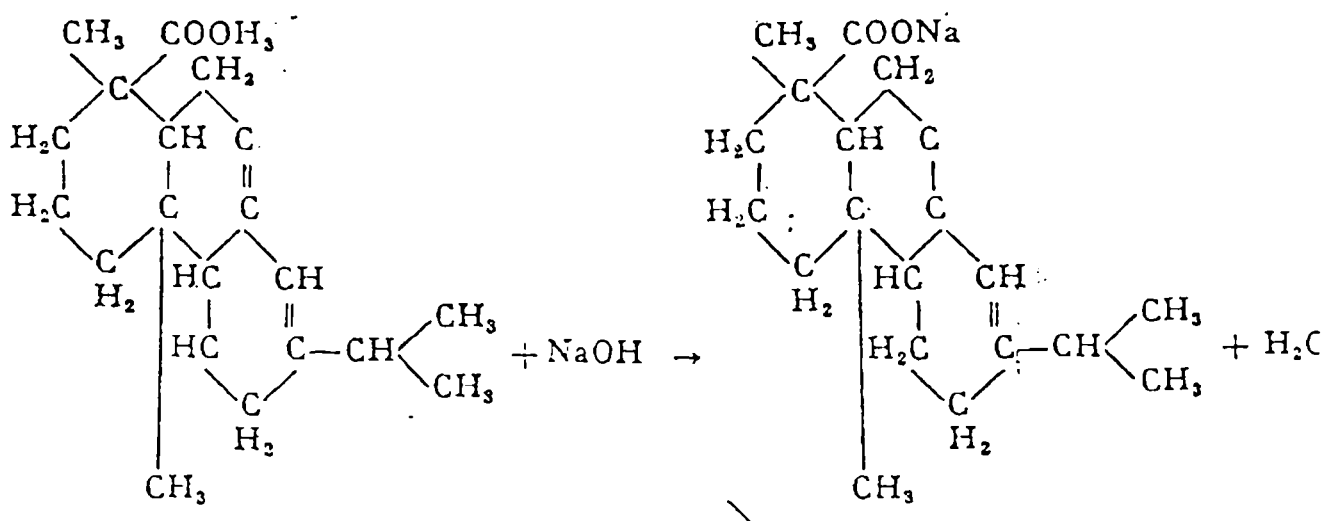


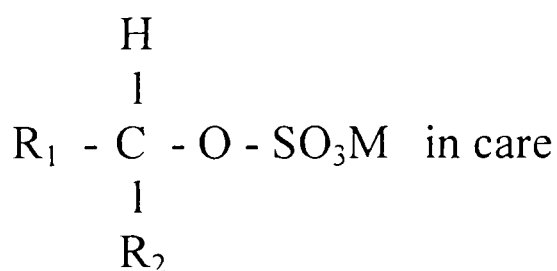
Fig 2.5 Mecanismul de "lubrifiere" în beton determinat de substanțele tensioactive hidrofobizante

## Substante utilizate ca antrenori de aer

Abietatul de sodiu - antrenor de aer de tip "rosso" este un produs in compozitia caruia componentul activ este abietatul de sodiu abtinut prin reactia dintre acidul abietic (component principal al clorofoniului) si hidroxidul de sodiu conform reactiei:



Sulfonatii alcoolilor grasi - a caror formula generala este:



in care : M-metal (Na, K etc.) sunt produse variate cu efect pronuntat de antrenare a unor bule de aer si uneori cu caracter microspumant.

Alchil-aril sulfonatul de sodiu - este un detergent sintetic al carui lant contine 12 - 20 atomi de carbon. Se obtine din produse petroliere prin cracare catalitica. Utilizat in cantitati mai mari are un efect spumant.

Sapunurile de sodiu ale acizilor polihidrocarboxilici sunt sapunuri alcaline care au in molecula lor un numar de 12 pana la 18 atomi de carbon, ca de exemplu stearatul de sodiu:



### 2.2.3. Aditivi micsti

Aditivii tensioactivi micsti sunt substante care exercita atat o actiune de fluidizare cat si de antrenare de aer.

Multe substante, prin natura lor, au o actiune mixta (mai ales in functie de proportia utilizata) dar, de cele mai multe ori, astfel de produse sunt amestecuri de substante compatibile, judicios dozate, alcatuite dintr-un component cu actiune fluidizanta si un component cu actiune de antrenare de aer sau cu actiune microspumanta.

Printre substantele cu actiune mixta multe sunt substante tensioactive: detergenti sintetici, produse macromoleculare (polietilenoxizii, polietilenglicolul), unele produse pe baza de lignosulfonat de calciu etc.

Polihidrosiloxanii- sunt producsi de hidroliza ai metil si etilclorsilanilor. Astfel de compusi contin in molecula lor atomi de hidrogen legati direct de siliciu.

Aditivul cu actiune mixta experimentat si utilizat in tara noastra, produsul "Disan" (STAS 8625 - 70) este un amestec de lignosulfonat de calciu (LSC) si alchil-aril sulfonat de sodiu (AAS). [2.1.]

### 2.3. ADITIVI CARE IMBUNATATESC GRADUL DE IMPERMEABILITATE AL BETONULUI

Aditivii din aceasta categorie sunt produse care imbunatatesc gradul de impermeabilitate al betonului intarit prin:

- micșorarea patrunderii apei in beton, cand apa este sub presiune - reduc permeabilitatea sub presiune a betonului;
- micșoreaza capacitatea de absorbtie a apei in beton prin fenomene de capilaritate – reduc ascensiunea capilara.

In litaratura de specialitate, uneori, astfel de aditivi se mai numesc si „impermeabilizanti”, cum impermeabilizanti sunt denumite si produsele care imbunatatesc gradul de impermeabilitate al betonului, prin modificarea structurii suprafetei lui (silicatizare, fluatare) sau prin acoperirea suprafetei cu substante ca: parafine, ceruri, uleiuri, polimeri organici, siliconi etc.

Aditivii din aceasta categorie se utilizeaza in betoane hidrotehnice pentru: baraje, diguri, tuneluri, cheiuri, bazine, canale, piscine, rezervoare, silozuri, stalpi si pereti ai fundatiilor, tuburi pentru transportul lichidelor.

Se utilizeaza, de asemenea, in mortare impermeabile: sape (terase, pardoseli industriale, depozite pentru lichide), tencuieli impermeabile etc. Betonul utilizat in medii agresive (gazoase sau lichide) trebuie sa indeplineasca si conditii de impermeabilitate cerute de conditiile de exploatare. [2.1.]

#### Substante si produse utilizate ca aditivi care maresc gradul de impermeabilitate al betonului

Folosirea aditivilor este un mijloc eficient de obtinere a betoanelor cu un grad ridicat de impermeabilitate fara a dauna altor proprietati (rezistente mecanice, stabilitate dimensionala etc).

O clasificare si o descriere dupa mecanismul lor de actiune permite diferentierea lor in mai multe grupe. [2.1.]

### 2.3.1. Pulberi minerale cu activitate chimica sau cu proprietati coloidale

Pulberile minerale inerte - se pot utiliza doar pentru a corecta granulozitatea agregatelor fine, iar cand sunt bine dozate nu influenteaza necesarul de apa pentru acelasi dozaj. Daca creste necesarul de apa trebuie marit si dozajul in ciment pentru a nu dauna permeabilitatii. Influenta lor este buna in special in betonul cu dozaj redus de ciment.

Pulberile minerale silicoase care reactioneaza chimic - maresc impermeabilitatea betonului prin legarea  $\text{Ca(OH)}_2$  sub forma hidrosilicailor de calciu cu bazicitate scazuta care au si foarte bune proprietati liante. Scaderea bazicitatii cimentului sporeste rezistenta chimica la sulfati a betonului. Astfel de materiale sunt: puzzolanele cu raportul  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  ridicat, diatomita, sistoff etc.

Pulberile minerale cu proprietati coloide - maresc impermeabilitatea prin umflarea lor in prezenta apei, proprietatea caracteristica gelurilor. In acest scop se utilizeaza: argila bentonitica (1 - 3%), calcar fin macinat sau precipitat, silice coloida, trasgel.

### 2.3.2. Aditivi care imbunatatesc gradul de impermeabilitate prin produsele coloide rezultate in urma reactiilor chimice

Aditivii din aceasta grupa sunt substante care, in urma reactiilor chimice cu produsele de hidratare ale cimentului, formeaza compusi cu proprietati coloide, maresc gradul de impermeabilitate al betonului prin formarea unui volum mai mare de produse de hidratare, dar mai ales prin colmatarea golurilor, a fisurilor din beton.

Dintre acestea fac parte:

- sarurile de fier (clorura ferica -  $\text{FeCl}_3$ , sulfatul feric -  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ , azotatul de fier -  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ .
- sarurile de aluminiu (clorura de aluminiu  $\text{AlCl}_3$ , sulfatul de aluminiu  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ , alaunul  $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$
- acidul oxalic
- fluosilicatii



### 2.3.3. Aditivi tensioactivi

Aditivii fluidizanti - reduc raportul apa/ciment, modifica structura cimentului intarit, dimensiunea porilor si distributia lor cu consecinte favorabile in cresterea insemnata a gradului de impermeabilitate al betonului.

Aditivii antrenatori de aer - bine alesi si utilizati, pot crea o porozitate favorabila impermeabilitatii betonului, iar utilizarea lor este un mijloc eficient folosit in acest scop.

Aditivii tensioactivi hidrofobizanti pot contribui mult la micșorarea ascensiunii capilare. Astfel de produse introduse in beton se chemosorb la suprafata particulelor liante, reactionand cu ionii de calciu si formand saruri de calciu, insolubile care hidrofobizeaza cimentul. Alte produse hidrofobe prin natura lor (sapunuri de calciu ale acizilor grasi, stearina, bitum etc) introduse in ciment sub forma de dispersii apoase nu reactioneaza chimic, dar hidrofobizeaza cimentul in urma absorbtiei lor la suprafata particulelor solide. Astfel de substante se numesc hidrofuge.

### 2.3.4. Substante macromoleculare organice si mixte

Polimerii organici introdusi in masa betonului ca dispersii apoase de polimeri sa monomeri pot imbunatatii in mare masuri gradul de impermeabilitate al acestuia.

Polimerii si monomerii se utilizeaza in scopul impermeabilizarii betonului si prin impregnarea betonului intarit.

## 2.4. ADITIVI ANTIGEL

Aditivii antigel sunt produse care, adaugate la prepararea mortarelor si betoanelor, coboara sensibil temperatura de inghet a apei din astfel de amestecuri, favorizand procesele de hidratare ale liantului la temperaturi scazute.

Principalele utilizari sunt legate de lucrarile de betonare pe timp rece, aditivii antigel introducandu-se in compozitia mortarelor sau in betonul folosit in prefabricate sau turnat monolit, in momentul prepararii amestecurilor.

In functie de temperatura de lucru, de cerintele puse betonului si de natura lucrarii, folosirea aditivilor antigel in compozitia betoanelor poate fi o metoda mai economica si mai simpla decat alte metode folosite in acest scop: incalzirea artificiala a betonului, metoda conservarii caldurii (termos) sau utilizarea spatiilor de protectie inchise si incalzite.

Utilizarea aditivilor antigel pe timp foarte rece nu inlatura celelalte masuri ce trebuie luate pentru betonarea pe timp friguros. [2.1.]

### Aditivi antigel utilizati in practica

In tara noastra se recomanda folosirea pe timp friguros, ca accelerator de intarire, a clorurii de calciu in limita conditiilor impuse.

Aditivii eficienti comercializati au o actiune MULTIVALENTA (antigel, accelerator de intarire, antrenator de aer, fluidizant) sau manifesta mai pronuntat doua sau trei din efectele enumerate.

In tabelul 2.2. se dau exemple de aditivi antigel utilizati in proportii variabile in functie de temperatura de lucru. [2.12.]

Proportiile optime depind si de natura cimentului si de raportul apa/ciment, dar se considera ca activitatea apei caracterizata prin procentul de aditiv, este mai hotaratoare decat compozitia cimentului.

Aditivii cu clor sunt limitati in betonul armat din cauza efectului corosiv accentuat al clorurii libere.

Aditivii antigel eficienti, avand de obicei o actiune multivalenta, sunt adesea amestecuri de substante in compozitia carora exista si un accelerator de intarire cu sau fara clor uneori alaturi de produse fluidizante sau antrenatoare de aer.

Tabelul 2.2.

Temperatura betonului	Aditivi antigel			
	Na	NaCl+CaCl <sub>2</sub>	NaNO <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>
-5°C	3	-	4-6	5-6
-5.....-10°C	-	3,5+1,5	6-8	6-8
-10...-15°C	-	3,0+4,5	8-10	8-10
-15...-20°C	-	-	-	10-12
-20...-25°C	-	-	-	12-15

## 2.5. ADITIVI CARE IMBUNATATESC REZISTENTA BETONULUI LA ACTIUNI AGRESIVE CHIMICE

Betonul este considerat un material durabil, apreciere bazata pe compozitia si structura lui, care au determinat comportarea buna a constructiilor din beton judicios dimensionate la sarcini mecanice bine executate si exploatate timp indelungat in lipsa unor agresivitati chimice intense.

Agresivitatea crescuta a mediilor tot mai variate in care constructiile din beton sunt exploatate odata cu dezvoltarea industriei, pune tot mai accentuat problema sporirii rezistentei la agresivitati chimice a betonului simplu si a betonului armat.

Coroziunea betonului este un rezultat al reactiilor chimice in sisteme eterogene dintre substanta agresiva si componentii betonului in timp ce coroziunea otelului in beton este un rezultat al fenomenelor de natura electrochimica. Natura diferita a proceselor fizico-chimice de coroziune a betonului si a otelului, varietatea factorilor care le influenteaza, face ca problema coroziunii betonului si a protectiei anticorrosive sa constituie unul din domeniile cele mai complexe ale chimiei fizice aplicate.

Coroziunea betonului narmat fiind determinata de compozitia si de compactitatea sa, cerinta esentiala pentru betonul rezistent actiunilor agresive chimice este compactitatea mare si o compozitie adecvata, in concordanta cu conditiile de exploatare. [2.13.]

Sporirea rezistentei chimice a betonului, prin folosirea aditivilor, este un mijloc suplimentar si eficient in masura in care creste compactitatea si impermeabilitatea betonului sau in masura in care betonului i se incorporeaza substante rezistente atacului chimic.

Aditivi care sporesc rezistenta betonului la actiuni  
agresive chimice

Toti aditivii fluidizanti, antrenatori de aer, aditivi micsti sau cei care maresc gradul de impermeabilitate al betonului maresc si rezistenta la actiuni agresive chimice ale acestuia.

Polimerii sintetici imbunatatesc rezistenta chimica a betonului si prin propria lor rezistenta. Rasinile organice utilizate in compozitia betonului sunt fie naturale (de origine vegetala, mai rar de origine animala), artificiale (provenind prin modificarea chimica a uleiurilor sau a rasinilor naturale) si mai ales sintetice (provenind din reactii chimice de polimerizare, polincondensare sau poliaditie). [2.1.]

## 2.6. PULBERI MINERALE CA ADITIVI PLASTIFIANTI

Pulberile minerale sunt materiale solide insolubile in apa, cu un mare grad de dispersie, care se introduc in beton sau in ciment in proportii variabile in functie de scopul urmarit.

Modul lor de actiune este diferit in functie de natura lor: unele produse sunt considerate practic inerte fata de ciment (calcar, argile, var hidratat) altele au intarire proprie (zguri bazice de furnal) sau au proprietati puzzolanice (adaosuri hidraulice).

Utilizarea lor in proportii variabile, fie la fabricarea cimenturilor, fie la prepararea betonului fac ca astfel de produse sa fie privite sau ca aditivi sau ca adaosuri.

### Principalele tipuri de pulberi minerale

#### *2.6.1. Adaosuri hidraulice*

Adaosurile hidraulice sunt materiale care in stare fin macinata si la temperatura normala fixeaza hidroxidul de calciu in prezenta apei cu formare de compusi stabili cu proprietati hidraulice. Substantele active din compozitia adaosurilor hidraulice sunt compusi siliciosi si aluminosi a caror reactie cu varul se mai numeste si reactie puzzolonica, astfel de materiale numindu-se puzzolane.

Produsele de origine vulcanica (tufurile vulcanice) constituie categoria cea mai importanta.

Adaosurile hidraulice de natura organica s-au format prin depunerea unor schelete silicoase de diatomee. Diatomitul este o roca formata din schelete de diatomee cu dimensiuni 1...10  $\mu\text{m}$  cu compozitie chimica variabila.

Cenusile de termocentrala sunt reziduuri de la arderea carbunilor in termocentrale. Partea fina a cenusilor este antrenata de gazele de ardere (cenusi zburatoare) si retinuta prin procedee uscate (electrofiltre) sau umede (perdea de apa).

### 2.6.2. Argile

Argilele sunt roci sedimentare cu un mare grad de dispersie constituite dintr-un amestec complex de minerale argiloase si minerale accesorii (curt, feldspat, mica, carbonati, compusi cu fier etc).

Introducerea in mortare si betoane a unor cantitati mici de argila (amestecatul cu cimentul) imbunatatesc plasticitatea, coeziunea si impermeabilitatea betoanelor pastrate permanent in medii umede.

### 2.6.3. Calcare

Calcarul fin macinat adaugat in ciment sau in beton se comporta ca un material intrutorul inert datorita adeziunii puternice a produselor de hidratare ale cimentului la suprafata sa prin fenomenul de epitaxie.

Adaosurile calcaroase se comporta mai bine in cimenturile mai bogate in aluminati de calciu. Datorita unei mai bune adeziuni dintre agregate si ciment la substituirea nisipului silicios cu cel calcaros poate mari gradul de impermeabilitate, rezistenta la inghet-dezghet si rezistentele mecanice ale betonului.

Pulberile minerale pot modifica, in limite largi, proprietatile betonului in functie de natura lor si de compozitia betonului. Materiale fin macinate ca: nisip quartos, calcar, cenusi de termocentrala, pot corecta (completa) granulozitatea agregatelor minerale utilizate, cu consecinte pozitive asupra gradului de impermeabilitate si a rezistentelor mecanice ale betoanelor, mai ales in cazul dozajelor in ciment mai scazute.

Pentru o granulozitate judicioasa inlocuirea cimentului cu materiale pulverulente inerte chimic nu poate imbunatatii gradul de impermeabilitate sau rezistentele mecanice ale betonului.

Produse ca: bentonita, diatomitul, trasgelul sistoff, se adauga in proportii de 2-5% (fata de ciment) in compozitia betoanelor pentru a micsora coeficientul de segregare al acestora, pentru pastrarea omogenitatii in timpul transportului si a punerii in lucrare concomitent cu imbunatatirea gradului de impermeabilitate ale betoanelor intarite pastrate in mediu umed. [2.14. / 2.10.]

In timp ce pulberile minerale inerte chiar foarte fin macinate (nisip silicios macinat, calcar macinat) influenteaza cel mult viscozitatea plastica, pulberile minerale active (argile) maresc mult si tensiunea limita de curgere. Pulberile minerale care imbunatatesc coeziunea betonului se numesc pulberi minerale plastifiante. [2.1.]



## 2.7. ADITIVI DIVERSI

In aceasta categorie sunt descrisi aditivi care se utilizeaza in betonul greu, in cazuri mai particulare, sau se utilizeaza la fabricarea betonului celular. [2.1.]

### 2.7.1. Aditivi care maresc rezistenta la actiuni biologice:- Substante fungicide, bactericide si insecticide

Aditivii din aceasta categorie sunt substante chimice utilizate in compozitia betoanelor si mortarelor cu scopul de a conferi acestora proprietati fungicide, bactericide si insecticide sau de a imbunatati aceste proprietati.

Utilizarea unor astfel de aditivi se intalneste in constructia peretilor, a pardoselilor, planseelor din spitale, scoli, crese, gradinite, in industria hartiei, textila, alimentara, piscine, conducte de alimentare cu apa potabila etc.

Bacteriile pot distruge betonul deoarece multe au in constitutia lor sulf, iar sulful si hidrogenul sulfurat sint oxidati in sulfati, care degradeaza betonul prin expansiune. Bacilii nitrificanti transforma compusii cu amoniac in azotati si secreta acid lactic si acid butiric. Se pare ca betonul cu polimeri organici este mai usor atacat de microorganisme.

Substantele cu o actiune fungicida, bactericida si insecticida utilizate in betoane sunt: alcoolii polihalogenati, emulsiile dieldrinice sau compusii cu cupru, fluosilicatul de zinc.

### 2.7.2. Substante spumante si substante generatoare de gaze

Substantele si produsele din aceasta categorie sunt constituinti obligatorii ai amestecului de materii prime pentru betonul celular. Prin proportia adaugata si prin procesele fizico – chimice care stau la baza actiunii lor, justifica tratarea lor ca aditivi.

Substantele din aceasta categorie se adauga in amestecul de materii prime a betonului celular in timpul malaxarii, in scopul creerii unei porozitati mari (60 - 70%), uniforme si fine (dimensiunea porilor sub 1 mm), in structura acestuia. Dupa modul de creare a porozitatii se deosebesc spumobetoane si gazobetoane.

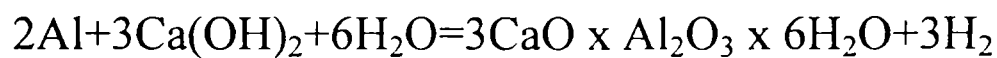
### Substante spumante

Substantele generatoare de spuma sunt substante tensioactive care usureaza dispersarea aerului sub forma de bule sferice. Substantele spumante utilizate sunt variate, produsele fabricate fiind pe baza de: cheratina hidrolizata (spumogen), sapun de colofoniu, saponina, sulfoaluminat naftenic etc.

Din cauza porozitatii mari si neuniforme pe care astfel de substante o creeaza in betonul celular, spumobetoanele sunt tot mai putin utilizate, fiind inlocuite cu gazobetoane cu proprietati mai fine si mai uniforme.

### Substante generatoare de gaze

Pulberile metalice ca: Al, Zn, Mg, fin macinate, introduse in malaxarea materiilor prime reactioneaza cu  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  cu degajare de hidrogen si crearea unei porozitati fine si uniforme in betonul celular:



### 2.7.3. Aditivi care produc expansiunea controlata a betonului

Aditivii din aceasta categorie, introdusi in beton, produc in timpul intaririi acestuia o expansiune controlata fie prin expansiunea lor proprie, fie in urma reactiei cu constituentii cimentului in curs de hidratare. Ei se utilizeaza in betonul simplu, in betonul armat si in betonul precomprimat cu scopul de a compensa contractia betonului sau pentru a produce o expansiune controlata reziduala a acestuia. Pentru betoanele precomprimate se poate produce o precomprimare insemnata a armaturii prin expansiunea unor betoane cu dozaje suficient de ridicate in ciment.

Expansiunea betoanelor se realizeaza fie prin macinarea impreuna a unui amestec bine dozat de clincher expansiv cu clincher de ciment portland, fie prin folosirea unor amestecuri de expansiune amestecate in prealabil cu cimentul sau introduse in beton in momentul prepararii lui.

## Aditivi clasici produși și utilizați în România

Aditivii produși și utilizați în țară, precum și clasificările lor sunt prezentate în *Normativul pentru executarea lucrărilor din beton armat, indicativ C*, clasificarea lor, în funcție de efectul principal la utilizare, este prezentată în tabelul 2.3.

### Aditivi clasici pentru betoane și mortare produși în România

Tabel 2.3

Nr. crt.	Produsul	Efectul principal la utilizare
1	Lignosulfonat de calciu	reducator de apă
2	Disan A	reducator de apă, antrenor de aer
3	Replast	întarziator de priză și întărire
4	Clorura de calciu tip C	accelerator de priză și întărire
5	Antigero	accelerator de întărire, antigel-coboara punctul de îngheț al apei până la $-10^{\circ}\text{C}$
6	Apastop P	impermeabilizator pentru mortare
7	Retargol	întarziator pentru mortare

- LIGNOSLUFONATUL DE CALCIU (LSC) este un aditiv cu efect de reducator de apă. Este produs de Combinatul Celuloză și Hartie Zărnesti - Brașov.

Utilizarea lui asigură îmbunătățirea lucrabilității, reducerea tendinței de segregare, creșterea gradului de impermeabilitate și a rezistenței la îngheț-dezghet repetat.

Se livreaza in saci sub forma de pulbere de culoare cafeniu-inchisa, fiecare lot fiind insotit de certificat de calitate.

Transportul se efectueaza cu mijloace de transport acoperite iar depozitarea se face in incaperi inchise, ferite de umezeala.

Aditivul se recomanda a se utiliza la prepararea betoanelor grele simple, armate sau precomprimate cu tasarea maxima de 11 cm. La lucrabilitate egala se obtine o reducere a apei de preparare a apei de preparare cu 10%. Se poate utiliza tratamentul termic.

La prepararea betoanelor aditivul se foloseste sub forma de solutie avand o concentratie de  $20\pm 1\%$  substanta uscata, in unitati de masa. Pentru prepararea solutiei se dizolva aditivul in cantitate de 25 kg/100 l apa, ceea ce conduce la obtinerea unui volum de cca. 115 l solutie, care se pastreaza in butoaie metalice sau din PVC inchise, pentru a evita eventualele impurificari sau modificarea concentratiei datorita evaporarii apei.

Proportia de solutie de aditiv de concentratie 20% utilizata la prepararea betoanelor va fi de 0,750-1,000 l/100 kg ciment (cu pana la 15% adaos), ceea ce corespunde la 0,15-0,20% substanta uscata, in unitati de masa, fata de ciment, sau de 1,00-1,25 l/100 kg ciment (cu peste 15% adaos) ceea ce corespunde la 0,20-0,25% substanta uscata in unitati de masa fata de ciment.

DISAN A face parte din categoria aditivilor cu efect de reducător de apa si antrenor de aer. Este produs de Combinatul Celuloza si Hartie Zarnesti - Brasov.

Utilizarea aditivului asigura imbunatatirea lucrabilitatii, reducerea tendintei de segregare, cresterea gradului de impermeabilitate si a rezistentei la inghet-dezghet.

Se livreaza in saci sub forma de pulbere de culoare cafeniu-inchisa (sau cu acordul partilor sub forma de solutie), fiecare lot fiind insotit de certificat de calitate. Transportul se efectueaza cu mijloace de transport acoperite, iar depozitarea se face in incaperi inchise, ferite de umezeala.

Aditivul se recomanda a se utiliza la prepararea betoanelor grele simple, armate sau precomprimate cu tasarea maxima de 9 cm. La lucrabilitate egala se obtine o reducere a apei de preparare cu 10%. Se

poate utiliza și la betoanele tratate termic, dar numai pe baza de încercări preliminare.

La prepararea betoanelor, aditivul se folosește sub formă de soluție, având o concentrație de  $20 \pm 1\%$  substanță uscată în unități de masă. Pentru prepararea soluției se dizolvă aditivul în cantitate de 25 kg/100 l apă, ceea ce conduce la obținerea unui volum de cca. 115 l soluție, care se păstrează în butoaie metalice sau din PVC bine închise, pentru a evita eventualele impurificări sau modificarea concentrației datorită evaporării apei.

Proportia de soluție de aditiv de concentrație 20% utilizată la prepararea betoanelor va fi de 0,750-1,500 l/100 kg ciment, ceea ce corespunde la 0,15-0,30% substanță uscată în unități de masă față de ciment (pentru cimenturi tip portland fără adaos sau cu maxim 30% adaos).

REPLAST este un aditiv cu efect de întârziător a timpului de priză și întărire pentru betoane, putându-se obține o întârziere de maximum 18 ore. Este produs de Intreprinderea de Microproducție și Lucrări Experimentale în Construcții (IMEC) București.

Se utilizează la betoane de orice clasă, cu lucrabilitatea de minimum 5 cm tasare, în scopul evitării rosturilor de lucru la întreruperea betonării, a menținerii proprietăților betonului proaspăt pe perioada necesară în cazul transportului la distanțe mari, sau pe timp calduros. Folosirea la temperaturi sub  $+10^{\circ}\text{C}$  nu este justificată decât în cazuri speciale. La lucrabilitate egală, cantitatea de apă se poate reduce cu cca. 10%.

Se livrează în stare lichidă, cu conținut de substanță uscată de 9-10%, însoțit de certificat de calitate. Depozitarea aditivului se face în ambalaje închise din PVC în locuri ferite de acțiunea directă a soarelui și a înghețului.

Cantitatea de aditiv utilizată la prepararea betonului este de  $1,7 \pm 0,7$  l/100 kg ciment indiferent de clasă betonului.

CLORURA DE CALCIU tehnică tip C este un aditiv accelerator de priză și întărire. Se utilizează la betoane simple și armate, grele și ușoare, preparate cu orice fel de ciment pe baza de clincher portland,

cu lucrabilitatea L2 si L3 pentru betonari pe timp friguros sau pentru betonarea elementelor de constructii la care urmeaza sa se faca o decofrare timpurie.

Este o substanta solida de culoare alb-galbuie sau cenusie si se livreaza ambalata in butoaie din tabla de otel, inchise ermetic, cu un continut net de 100 kg. Fiind foarte hidrosopica, butoaietele se transporta in vehicule acoperite si se depoziteaza in incaperi cu umiditate redusa.

Folosirea clorurii de calciu este interzisa in betoane cu cimenturi cu peste 15% adaos, constructii la care aparitia unor pete pe suprafata nu este admisa, constructii de beton armat care in cursul exploatarii se vor afla in mediu umed, constructii care se afla situate la mai putin de 100 m de cabluri de inalta tensiune, elemente ermate cu plase sudate, elemente din beton precomprimat si betoane cu permeabilitate redusa. Clorura de calciu se foloseste sub forma de solutie de concentratie 20% care se adauga odata cu apa de amestecare la prepararea betoanelor, procentul optim determinandu-se pentru fiecare tip de ciment. Cantitatea de clorura de calciu optima este cea care reduce timpul de incepere a prizei la minimum 1 ora, fara a depasi in sa 3% din masa cimentului pentru betoane simple si 2% din masa cimentului pentru betoane armate.

ANTIGERO este un aditiv accelerator de intarire care coboara punctul de inghet al apei pana la  $-10^{\circ}\text{C}$ , asigurand executarea lucrarilor de betonare pe timp friguros si evitand degradarea structurii betonului sub actiunea inghetului la inceputul perioadei de intarire. Are efect secundar de antrenor aibe efect de corodare a armaturii. de aer si contine ioni de clor in proportie redusa (0,3%) fara sa

Se produce de Intreprinderea de Microproductie si Lucrari Experimentale in Constructii (IMEC) Bucuresti in forma lichida. Se livreaza in butoaie metalice sau PVC cu capacitate de 50-200 l, insotite de certificatul de calitate. Se pastreaza in spatii inchise in care temperatura nu va cobori sub  $-10^{\circ}\text{C}$ .

Aditivul se recomanda a se folosi la prepararea betoanelor grele destinate elementelor si structurilor de beton armat executate pe timp friguros. Lucrabilitatea betonului va corespunde unei tasari de

maximum 5 cm, iar la aceeasi lucrabilitate cu amestecul fara aditiv, apa de amestecare se poate reduce cu cca. 5%.

Nu se utilizeaza la elemente si structuri din beton precomprimat, constructii masive, betoane cu dozaj de ciment sub  $280 \text{ kg/m}^3$ , lucrari din beton armat expuse la medii agresive sau lucrari din beton armat situate permanent in apa.

Nu se recomanda utilizarea de cimenturi cu mai mult de 15% adaos. La prepararea betoanelor, aditivul se utilizeaza in cantitate de  $6,5 \pm 0,2 \text{ l/100 kg}$  ciment.

APASTOP P este un aditiv impermeabilizator pentru mortare de ciment. Mortarul cu adaos de Apastop P se aplica in mai multe straturi si constituie o hidroizolatie rigida. Aditivul este produs de Intreprinderea de Produse Chimice Victoria-Bucuresti, si se prezinta sub forma de pulbere de culoare alba sau gri. Este ambalat in saci de hartie de 25 kg, depozitat in spatii inchise si uscate si este garantat maximum 6 luni de la livrare.

Aditivul se utilizeaza in proportie de 3% substanta uscata din masa cimentului, la prepararea mortarelor folosite la realizarea structurilor intermediare (2 si 3 sau 2,3 si 4) de tencuieli de ciment pentru protejarea elementelor de constructii contra umiditatii (tencuieli exterioare la pereti in subteran si socluri la cladiri, stratul orizontal de rupere a capilaritatii la zidarii, tencuieli interioare in incaperi cu umiditate ridicata ca bai publice, spalatorii etc) si pentru etansarea constructiilor ce vin in contact direct cu apa (cuve, bazine, rezervoare, castele de apa la care presiunea apei sa nu depaseasca 2 atm.). In cazul constructiilor ce vin in contact cu ape agresive, utilizarea se face pe baza de indicatii tehnice elaborate de un institut de specialitate.

Nu se admite aplicarea mortarelor cu Apastop P la constructii supuse vibratiilor.

RETARGOL este un aditiv intarziator pentru mortare, asigurand mentinerea lor in stare proaspata timp de 6-18 ore.

Se livreaza sub forma de lichid de culoare brun-inchisa si se ambaleaza in canistre de PVC cu capacitatea de 50 l. Transportul se face cu mijloace obisnuite, iar depozitarea se face in locuri ferite de actiunea directa a razelor solare si a inghetului. Aditivul se foloseste

numai la prepararea mortarelor de marca M25, M50 si M100 realizate cu toate tipurile de ciment, cu exceptia celor aluminoase si colorate. Limitele in care poate sa varieze cantitatea de aditiv, in functie de marca mortarului, sunt de  $2,4 \pm 0,3$  l/100 kg ciment pentru mortare M25,  $2,1 \pm 0,3$  l/100 kg ciment pentru mortare M50 si  $1,5 \pm 0,3$  l/100 kg ciment pentru mortare M100.



## 3. ADITIVI MODERNI PENTRU BETOANE

### SUPERPLASTIFIANTII:

#### 3.1. CONSIDERATII GENERALE, ISTORIC, CONCEPTUL DE ADITIV SUPERPLASTIFIANT

Acesti aditivi moderni, cunoscuti sub denumirea generica de superplastifianti, reprezinta noi tipuri de aditivi pentru betoane, care au aparut pentru prima data in Japonia, in 1964, cand s-a realizat primul aditiv superplastifiant pentru betoane denumit: MIGHTY 150. Tot din 1964 se folosesc si in Germania, iar dupa aceasta data utilizarea lor s-a extins si in alte tari: SUA, Anglia, Canada, Australia, Italia, Franta etc. [2.15.]

Acesti aditivi poarta diverse denumiri in literatura de specialitate, neajungandu-se pana in prezent la un consens privind numele lor.

Cercetatorii au denumit acesti noi aditivi, in principal, fie dupa efectul lor de superplastifiere (superfluidifiere) a betonului proaspăt, fie dupa efectul lor de superreducatori (reducatori) ai cantitatii de apa folosita la prepararea betonului. De aici rezulta de fapt si directiile principale in care se recomanda utilizarea acestor aditivi si anume fie la cresterea considerabila a lucrabilitatii betonului proaspăt la raport A/C egal cu al betonului martor, fie la reducerea drastica a raportului A/C la lucrabilitate egala cu a betonului martor. Mai exista si posibilitatea intermediara, de imbunatatire limitata a lucrabilitatii betonului proaspăt prin reducerea moderata a raportului A/C fata de betonul martor.

Aditivii superplastifianti se utilizeaza de regula in stare lichida, sub forma de solutii de diverse concentratii (20, 30, 40, 50% substanta activa superplastifiant) sau in stare solida (praf), in proportie de cca. 0,1 - 1% substanta activa (uscata) superplastifiant din cantitatea de ciment.

Sintetizand rezultatele studiului intreprins, se poate afirma ca aditivii superplastifianti sunt aditivi produsi de industria chimica, de sinteza,

care, adaugati la prepararea betonului in proportii de cca. 0,1-1% substanta activa (uscata) superplastifiant din cantitatea de ciment, permit in principal fie cresterea considerabila a lucrabilitatii betonului proaspat la raport A/C egal cu al betonului martor, fie reducerea drastica a raportului A/C la lucrabilitate egala cu a betonului martor.

### 3.2. CLASIFICAREA ADITIVILOR SUPERPLASTIFIANTI

Aditivii superplastifianti utilizati in prezent in lume in tehnologia betoanelor se pot clasifica, *dupa efectele la utilizare*, in mai multe clase (tabelul 2.4.) [2.15. / 2.16. / 2.17. / 2.34.]

Tabelul 2.4

Clasa	Clasificare
1.	Reducatori sau superreducatori de apa si fluidifianti
2.	Micsti, cu efect de reducatori sau superreducatori de apa si efect de antrenori de aer moderati (2 - 4% in raport cu betonul martor)
3.	Acceleratori de priza si intarire fara cloruri
4.	Impermeabilizatori in masa si la suprafata betonului
5.	Antrenori de aer
6.	Intarziatori de priza si intarire

Pe baza datelor de care se dispune, in prezent ponderea cea mai importanta in productia superplastifiantilor o detin cei din prima clasa, adica reducatorii sau superreducatorii de apa si superfluidifiantii pentru beton, datorita faptului ca majoritatea produselor livrate actualmente prezinta la utilizare o universalitate mai mare, ceea ce permite folosirea aceluiasi superplastifiant pentru producerea betonului fluid, a betonului cu rezistenta superioara, la realizarea de constructii prefabricate, pentru reducerea consumului de ciment in betoanele de egala rezistenta etc. In cadrul acestei mari clase de superplastifianti, sunt folosite, in prezent in lume, sute de produse.

### 3.3. CONSIDERATII TEORETICE PRIVIND MECANISMUL DE ACTIUNE AL ADITIVILOR SUPERPLASTIFIANTI IN BETON

Aditivii superplastifianti actioneaza in beton indeosebi prin procese fizico-chimice de adsorbtie la suprafata granulelor anhidre si a produsilor de hidratare cu modificari esentiale asupra proprietatilor betonului. [2.18. / 2.19. / 2.20. / 2.21.]

Substantele care actioneaza prin adsorbtie la limita de separare a fazelor, modifica sensibil limita de curgere si vascozitate plastica, imbunatatind lucrabilitatea betonului. Micsorarea limitei de curgere are ca rezultat o fluidifiere a pastelor si deci posibilitatea reducerii necesarului de apa pentru aceeasi lucrabilitate a betonului, de unde si denumirea intalnita in literatura de specialitate de reducatori sau superreducatori de apa.

Aditivii superplastifianti se adsorb din solutie fie la suprafata lichid-aer, producand o scadere a tensiunii superficiale, fie se adsorb la suprafata particulelor solide, intensitatea adsorbției depinzand de volumul solutiei si fiind influentat de structura aditivului. Aditivii superplastifianti aromatici, avand mai multe grupari polare, au o adsorbtie in strat ca in figura 2.6.a, fata de adsorbtia moleculelor cu structura simpla polar-nepolara, care se adsorb atat la interfata lichid-aer cat si la suprafata particulelor solide dupa mecanismul din figura 2.6.b.

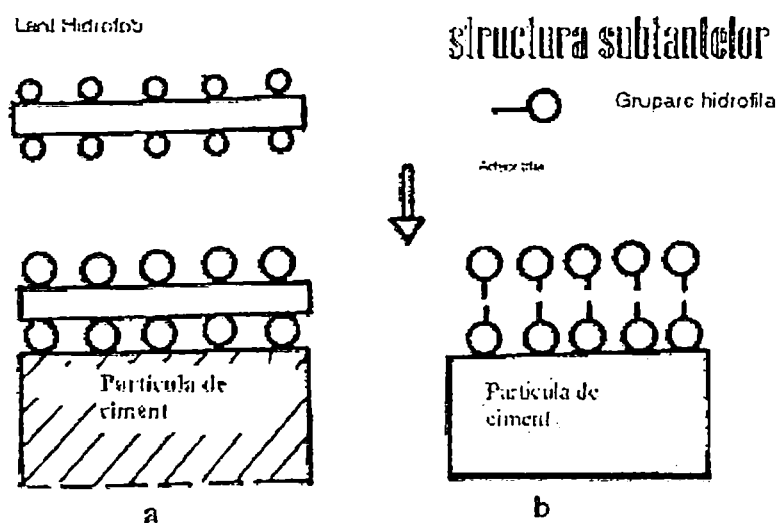


Fig. 2.6. a.b. Mecanismul adsorbției substantelor tensioactive la suprafata granulelor de ciment  
a. substante cu molecula mare  
b. substante cu molecula simpla

Polaritatea moleculei da posibilitatea ca astfel de aditivi sa se adsoarba puternic atat la suprafata compusilor anhidri (cu incarcare electropozitiva) cat si la suprafata produsilor de hidratare (hidrosilicatii, si hidroaluminatii de calciu fiind electronegativi). Agitatie termica ce se opune orientarii si adsorbției are o influenta mult mai slaba asupra acestor substante cu masa moleculara mare fata de moleculele cu structura simpla.

Aceste polaritati structurale si de compozitie fac ca aditivii superplastifianti sa interactioneze puternic cu suprafetele solide (electropozitive sau electronegative), adsorbția fiind ireversibila, ireversibilitate atribuita si formarii unor compusi chelatici. Polaritatea indusa, determinata de suprafetele solide ale compusilor din ciment, creste cu greutatea moleculara a substantei adsorbite.

Natura grupelor functionale din compozitia unor astfel de substante prezinta importanta si prin efectele secundare pe care le produc. Astfel, gruparea  $\text{OH}^-$  exercita o puternica actiune de adsorbție a apei si in raport cu fazele hidratate ale cimentului, determinand atat o fluidifiere cat si o stabilizare a fazelor hidratate. Gruparea functionala  $-\text{NH}_2$  (aminica) poate functiona ca peptizator sau flocculator, functie de concentratie .

Gruparile functionale  $-(\text{SO}_3)^{2-}$ ,  $-\text{COO}^-$ ,  $\text{CHO}-$  pot intra in reactii chimice cu produsele de hidratare ale cimentului, cu formarea unor produsi chelatici cu influenta asupra produselor de priza si intarire.

Prezenta gruparilor polare dissociabile electrolitic, creind un potential electric (potential electrocinetic) la suprafata particulelor, determina o dispersare foarte avansata si o crestere a mobilitatii (lucrabilitatii) amestecurilor. [2.15.]

### 3.4. ADITIVI SUPERPLASTIFIANTI PRODUSI SI UTILIZATI IN ROMANIA

In tara noastra s-au produs si s-au utilizat in productie la prepararea betoanelor aditivi superplastifianti VIMC 11, VIMC 22 si FLUBET. [2.15.]

#### 3.4.1. Aditivii superplastifianti VIMC 11 si VIMC 22

Cercetarile efectuate in colaborare de Laboratorul Tehnologia Betoanelor ICMPC - Bucuresti si Laboratorul Victoria din cadrul CCICH-ICECHIM au permis ca din 24 formule de superplastifianti in laborator si in statia pilot, sa fie selectionati pe diferite criterii de optimizare in vederea producerii in tara, superplastifiantii VIMC 11 (MFS) si VIMC 22 (NFS) care au fost omologati la finele anului 1980. [2.16. / 2.18. / 2.22. / 2.23.]

Principalele caracteristici ale aditivilor VIMC 11 si VIMC 22, domeniile de utilizare precum si modul de utilizare la prepararea betoanelor sunt prezentate in *Instructiunile tehnice provizorii pentru folosirea superplastifiantilor VIMC 11 si VIMC 22 la prepararea betoanelor si realizarea elementelor prefabricate*, [2.24.]; *Instructiuni tehnice provizorii pentru folosirea superplastifiantilor VIMC 11 la prepararea betoanelor si realizarea elementelor prefabricate*, indicativ CD 137 - 81 [2.25.] si in *Instructiuni tehnice si tehnologice pentru prepararea betoanelor utilizate la realizarea elementelor prefabricate*, indicativ CD 137/1 - 89. [2.26.]

Conditiiile tehnice pe care trebuie sa le indeplineasca aditivii sunt prevazute in tabelul 2.5.

Aditivii sunt produsii de Combinatul Chimic Victoria.

Se livreaza sub forma de solutie apoasa cu un continut de substanta activa (uscata) de  $20\pm 1\%$  la VIMC 11 si de  $40\pm 2\%$  la VIMC 22, fiecare lot de aditiv trebuie sa fie insotit de certificatul de calitate eliberat de producator.

Transportul se face de regula cu vagoane cisterna si autocisterne din otel inoxidabil, iar depozitarea in rezervoare placate cu polimeri, otel inoxidabil sau din beton impermeabilizat, bidoane de plastic.

Temperatura mediului de pastrare poate sa varieze intre -5 si +30°C.

Calitatea aditivului VIMC 11 este garantata de producator timp de 12 luni, iar a aditivului VIMC 22 timp de 2 luni.

Aditivii superplastifianti VIMC 11 si VIMC 22 se folosesc la prepararea betoanelor grele utilizate la realizarea elementelor prefabricate si monolite din beton, in conditii obisnuite de executie, precum si la betoanele turnate la executia unor lucrari speciale: constructii hidrotehnice, rezervoare pentru diferite lichide, poduri, imbracaminti rutiere, betoane pentru rosturi si monolitizari, betoane puse in opera prin tehnologii speciale, betoane care in timpul exploatarii sunt supuse unor conditii severe de inghet-dezghet repetat.

Aditivii se adauga in apa de preparare a betoanelor. Nu se permit abateri la dozarea solutiei de superplastifiant mai mari de  $\pm 0,05$  litri/litru apa.

Superplastifiantul VIMC 11 se adauga in proportie de 1 - 5% din cantitatea de ciment, iar ca procent optim intre 2,0 - 2,5%, iar superplastifiantul VIMC 22 se foloseste in proportie de 0,8 - 2,0% din cantitatea de ciment, cu proportia optima de 1,3 - 1,5%.

Efectele tehnico-economice principale realizate prin utilizarea superplastifiantilor VIMC 11 si VIMC 22 la prepararea betoanelor sunt:

- imbunatatirea sensibila a lucrabilitatii betonului proaspat, la cantitatea de apa de preparare egala cu betonul martor, in vederea obtinerii unor caracteristici fizico-mecanice cel putin egale pentru betonul intarit, fara majorarea dozajului de ciment;

- imbunatatirea limitata a lucrabilitatii betonului proaspat si ameliorarea caracteristicilor betoanelor intarite la dozaje de ciment egale cu betonul martor, prin reducerea cantitatii de apa de preparare cu 6 - 12%;

- cresterea rezistentelor mecanice ale betoanelor si obtinerea de betoane cu rezistente superioare, in vederea reducerii tratamentului termic, in unitatile de prefabricate, si a timpului de decofrare in constructii la dozaje de ciment egale cu betonul martor, prin reducerea cantitatii de apa de preparare cu 12 - 15%;

- reducerea dozajelor de ciment cu 12 - 30% la betoane cu lucrabilitate si caracteristici fizico-mecanice egale cu ale betoanelor martor, prin reducerea cantitatii de apa de preparare cu 12 - 25%;

- extinderea folosirii cimentului cu adaos de tipul II /A-S 32.5 R la realizarea elementelor de constructii prefabricate si monolite din beton armat si precomprimat si a celor de tipul II /A-S 32.5 la realizarea elementelor de constructii monolite din beton armat la clasele C 12/15 – C 16/20, in vederea reducerii consumului de energie inglobata, in realizarea elementelor de constructii, ca urmare a cresterii vitezei de intarire si obtinerii de caracteristici superioare pentru betoanele cu astfel de cimenturi, la dozaje de ciment si lucrabilitate egala cu betonul martor, prin reducerea cantitatii de apa de preparare a betoanelor cu cimenturi cu adaosuri cu 12 - 25%. [2.15.]

Caracteristicile tehnice ale aditivilor superplastifianti  
VIMC 11 si VIMC 22

Tabelul 2.5.

Nr. crt.	Proprietati	VIMC 11	VIMC 22
1.	aspect	solutie apoasa transparenta usor laptoasa	solutie apoasa brun roscata
2.	densitatea la 20°C (g.cm <sup>3</sup> )	1,11±0,02	1,22+0,02
3.	continut substanta activa (%)	20±1	40±2
4.	vascozitate la 20°C (cP)	2-3	5-20
5	pH	6,5-8,5	4,5-5,5
6	cloruri	lipsa	lipsa

### 3.4.2. Aditivul superplastifiant FLUBET

Aditivul superplastifiant FLUBET s-a obtinut in urma programului comun de cercetare ICECHIM - Centrul de Chimie Fizica, Colectivul Coloizi - Bucuresti si INCERC - Bucuresti. [2.27.]

Cercetarile efectuate pe betoane la INCERC - Bucuresti au permis omologarea lor in anul 1982. [2.28. / 2.29.]

Aditivul superplastifiant FLUBET are un efect de intens reductor de apa si este de tip NFS. Principalele caracteristici, domeniile de utilizare precum si modul de utilizare la prepararea betoanelor sunt prezentate in *Instructiunile tehnice pentru utilizarea superplastifiantului FLUBET la prepararea betoanelor de ciment*, indicativ C 211 – 82 [2.30] si *Normativ pentru executarea lucrarilor din beton si beton armat*, C 140 - 86, Anexa V.3.2. [2.31.]

Intreprinderea producatoare pentru productia industrială a aditivului este Combinatul Chimic Giurgiu.

El este produs pe baza NTR MICH nr. 10663 - 82 si trebuie sa indeplineasca conditiile tehnice prezentate in tabelul 2.6. [2.30. / 2.31]

#### Caracteristicile tehnice ale aditivului superplastifiant Flubet

Tabelul 2.6.

Nr. crt.	Proprietati	Flubet
1.	aspect	solutie limpede de culoare brun roscata
2.	densitate la 20°C (g/cm <sup>3</sup> )	1,13-1,16
3.	continut in substanta activa (%)	30±3
4.	vascozitate dinamica la 20°C (cP)	6-20
5.	pH, solutie 1%	7-8
6.	continut in sulfat de sodiu (Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ) (%)	max 3,5

Fiecare lot de aditiv trebuie sa fie insotit de certificatul de calitate eliberat de producator.



Depozitarea aditivului se va face in spatii inchise, ferite de umezeala, la o temperatura de minimum +5°C.

Inainte de utilizare, constructorul va verifica indeplinirea conditiilor tehnice pe baza datelor din certificatul de calitate. Nu se admite utilizarea loturilor de aditiv pentru care nu exista certificatul de calitate. Termenul de garantie al produsului este de 12 luni.

Aditivul superplastifiant FLUBET se utilizeaza in cazul betoanelor de clasa cel putin egala cu C 12/15 (Bc15) si cu tasare de minimum 7 cm, destinate realizarii elementelor sau structurilor de beton simplu, armat sau precomprimat, executate monolit sau prefabricate.

Se foloseste in solutie de 30±3% substanta uscata (activa) si se adauga in apa de preparare. Cantitatea de aditiv este de 1,5/100 kg ciment, in cazul cimenturilor cu adaos, si de 2,0/100kg ciment, in cazul cimenturilor fara adaos.

Aditivul se recomanda in special in urmatoarele cazuri:

- betoane pentru elemente subtiri si cu armaturi dese;
- betoane puse in lucrare cu pompa;
- betoane de rezistenta superioara.

Se poate utiliza si in cazul betoanelor hidrotehnice, rutiere, a celor supuse mediilor cu agresivitate chimica, precum si in cazul elementelor prefabricate tratate termic, dar numai pe baza de prescriptii speciale sau cu asistenta unui institut de specialitate. Utilizarea aditivului impune asigurarea urmatoarelor conditii:

- folosirea a maxim 2 sorturi de nisip: 0/3 si 3/7 mm;
- realizarea la prepararea betoanelor a gradului de omogenitate I sau II;
- respectarea stricta a prevederilor Normativului C 140 - 86 in ceea ce priveste conditiile tehnice pentru materiale componente, stabilirea compozitiei, prepararea, punerea in opera, tratarea ulterioara si controlul calitatii betonului.

Prin utilizarea aditivului superplastifiant FLUBET la prepararea betoanelor se asigura urmatoarele avantaje tehnico-economice:

- reducerea cantitatii de apa de preparare cu 20 - 30%, ceea ce conduce la adoptarea unor rapoarte apa/ciment (A/C) scazute cu consecinte favorabile asupra structurii si proprietatilor mecanice ale betonului;

- imbunatatirea caracteristicilor betonului proaspat in ceea ce priveste lucrabilitatea, coeziunea amestecului si reducerea tendintei de segregare;
- sporuri de rezistenta de circa 50% in primele 3 zile si de circa 20% la rezistentele finale;
- imbunatatirea gradului de impermeabilitate si a durabilitatii betonului;
- extinderea domeniului de utilizare a diferitelor tipuri de ciment prin cresterea raportului dintre rezistenta maxima a betonului si clasa cimentului de la 1,2 la 1,5 (de exemplu, cu ciment II /A-S 32.5 R se poate asigura obtinerea betoanelor C 32/40 (BC40) in conditiile unei lucrabilitati sporite).

### 3.5. TIPURI NOI DE SUPERPLASTIFIANTI FOLOSITI IN ROMANIA

*Daracem*<sup>®</sup> 205 este un superplastifiant lichid pentru betoane, conceput pentru a conferi betonului performante inalte, atat in stare proaspata cat si in stare intarita. Functia sa principala este de a conferi betoanelor lucrabilitati foarte ridicate pentru lucrari de betonare de mari dimensiuni sau dificile. In plus, Daracem 205 poate fi utilizat ca puternic reductor de apa, pentru obtinerea unor rezistente mari initiale si ulterioare. [2.32.]

Daracem 205 este un puternic agent de defloculare si actioneaza prin dispersarea cimentului in particulele sale de baza, marind semnificativ fluiditatea pastei de ciment. Principalele sale domenii de aplicare sunt:

- beton de inalta calitate pentru structuri durabile;
- elemente prefabricate, armate si precomprimate;
- dale pentru tablier de pod;
- structuri prefabricate sau turnate la fata locului.

#### Avantaje:

- rezistente la compresiune foarte ridicate, in special in primele zile;
- raport apa/ciment redus, durabilitate excelenta;
- o buna finisare a suprafetei, confera betonului un aspect estetic de buna calitate;

- betoanele in stare proaspata, plastice, au o buna coeziune si fluiditate;
- economie de energie la utilizarea procedeelor de precomprimare.

#### Proprietati specifice:

Aspect: lichid brun inchis

Greutate specifica: cca. 1.20 la 20<sup>0</sup>C

Continut de cloruri: nul

Durata depozitarii: 12 luni de la data fabricarii.

#### Compatibilitatea cu cimenturile:

Daracem 205 este compatibil cu toate cimenturile Portland, puzzolanice si cu zgura de furnal. Este compatibil, de asemenea, cu cimenturile ce contin cenusa si praf de silice.

#### Compatibilitatea cu alti aditivi:

Daracem 205 este compatibil cu toti aditivii produsi de Grace Construction Products si poate fi folosit mai ales cu agentii antrenori de aer. Se recomanda dozarea separata a aditivilor la amestecul cimentos.

#### Mod de utilizare:

Daracem 205 este livrat gata de a fi utilizat si poate fi adaugat betonului atat in timpul ciclului de malaxare, in acelasi timp cu apa, sau poate fi adaugat in forma sa de livrare la un beton deja preparat cu cateva minute inainte de turnarea in opera a betonului. In acest ultim caz trebuie asigurat un ciclu de malaxare de cel putin 2 minute pentru asigurarea dispersiei complete a aditivului in masa betonului.

#### Dozaj:

Intre 0.8%...3.0% din masa cimentului (800 g-3000 g la 100 kg ciment).

Dozajul optim este stabilit prin incercari preliminare, in functie de materialele componente utilizate si de cerintele specificate.

### Efecte ale supradozajelor:

Efectele unor supradozaje de Daracem 205 sunt in functie de marimea acestora. O depasire a dozajului recomandata de Daracem 205 va produce in cele mai multe cazuri o crestere a lucrabilitatii si a timpului de mentinere a acesteia, cu o usoara crestere a continutului de aer antrenat, perceptibila. Pot aparea intarzieri de priza ale betonului, functie de tipul de ciment utilizat si de raportul apa/ciment. In cazul unor depasiri de dozaj, intentionate sau accidentale, trebuie luat in considerare efectul asupra intervalului de timp pana la decofrarea elementului betonat, in cazul utilizarii cofrajelor. Totusi, in aceste cazuri, betonul obtinut va avea rezistente finale mai mari decat in cazul respectarii dozajului recomandat.

### Introducere in amestec:

Este preferabil ca aditivii lichizi pentru beton sa fie introdusi in malaxor utilizand echipamente automatizate de dozare, detaliile privind aceste echipamente putand fi furnizate, la cerere.

### Siguranta in utilizare:

Pentru informatii suplimentare: Daracem 205 Date Tehnice privind Siguranta in Utilizarea Materialului sau consultati Grace Constructions Products.

### Ambalaj:

- vrac in autocisterna
- recipiente de 230 kg
- bidoane de 30 kg

Conservati produsul la temperaturi mai mari de 0<sup>0</sup>C. in caz de inghet reancalziti-l la cel putin 30<sup>0</sup>C si reamestecati.

### Depozitare:

Este preferabil ca depozitarea Daracem 205 sa fie facuta astfel incat sa fie protejat de inghet. Daca produsul ingheata, trebuie dezghetat si amestecat cu grija pentru a fi readus la starea normala.

### Norme internationale:

EN 934 partea a 2-a

UNI EN 934-2

BS 5075 partea a 3-a

ASTM C 494 tip A si F

A.T.-010-04/038-2000

## ***ADDIMENT Betonverflüssiger BV 3 M***

Fluidizant pentru beton cu consistența normală și beton impermeabil

### Domenii de aplicare

Fluidizantul pentru beton BV 3 M are aplicabilitate universală și se utilizează la obținerea de beton cu consistența normală și betoane impermeabile în stațiile de betoane.

Fluidizantul pentru betoane BV 3 M se pretează mai ales la:

- consistența normală cu solidificare redusă;
- beton impermeabil;
- beton cu față văzută;
- beton pompabil.

### Proprietăți/ Efecte

Cu fluidizantul pentru betoane BV 3 M se obțin:

- dispersarea uniformă a cimentului și peliculizarea cimentului;
- forțe de frecare mai mici între ciment și agregat;
- un necesar de apă mai mic.

La beton și mortare se obțin:

- îmbunătățirea lucrabilității la același raport apă/ciment;
- reducerea raportului apă/ciment cu păstrarea lucrabilității;
- beton mai omogen, fără efecte de segregare;
- rezistențe mai mari;
- schelet al betonului mai compact;
- fenomene de contracții mai mici;
- suprafețe de beton mai bune la beton cu față văzută;
- durabilitate mai mare.

### Verificări ale proprietăților/ Acorduri

Acordul nr. Z-3.21-1596, DIBt- Berlin

Acordat pentru beton precomprimat

Acordat pentru beton cu rezistențe superioare

Corespunde cerințelor ZTV-K 96

Corespunde în totalitate cerințelor " normelor de conținut alcalin",  
partea I

### Date tehnice

- Culoarea si forma: lichid maro
- Element de baza: ligninsulfonat
- Densitatea (20<sup>0</sup>C): 1,14±0,03 g/cm<sup>3</sup>
- Continut de cloride: 0,1%
- Cant. max. admisa: 8,4 ml/Kg ciment (cca. 0,95 % din greutatea cimentului)

### Instructiuni de utilizare

La adaugarea aditivului in statia de betoane este recomandata adaugarea aditivului BV 3 M odata cu apa sau la sfarsitul malaxarii. In cazul adaugarii la amestecul uscat se obtine un efect de fluidizare mai redus. Timpul de malaxare depinde de malaxor si trebuie calculat adecvat. La adaugarea de cantitati mai mari si temperaturi joase poate aparea la unele tipuri de ciment o usoara intarziere, insa apoi betonul se intareste fara probleme. In aceste cazuri betonul trebuie tratat ulterior cu deosebita atentie. Inainte de utilizare este necesara o determinare conform DIN 1045.

### Asigurarea calitatii

- Fluidizantul pentru betoane BV 3 M este supus unui riguros control intern al calitatii
- Supraveghere externa prin comunitatea germana a calitatii Deutsche Bauchemie, Frankfurt
- Sistem de management al calitatii conform DIN EN ISO 9001.

### ***ADDIMENT Betonverflüssiger BV 1***

Fluidizant pentru betoane cu aplicabilitate universala

### Domenii de aplicare

Fluidizantul Addiment BV 1 are aplicabilitate universala si se utilizeaza pentru producerea de betoane cu consistenta moale si pentru producerea de betoane cu calitati ale betonului intarit in intreprinderile de transport beton. Se preteaza mai ales la:

- consistenta normala cu rigidizare redusa;
- beton impermeabil;
- beton pompabil;
- beton aparent;
- beton rutier.

## Proprietati/ Efecte

Fluidizantul BV 1 Addiment are urmatoarele efecte:

- o mai buna dispersare si peliculizare a cimentului;
- forte de frecare mai mici intre ciment si agregate;
- un necesar de apa mai redus.

La beton si mortare se obtin:

- imbunatatirea lucrabilitatii la acelasi raport apa/ciment;
- reducerea raportului apa/ciment cu pastrarea lucrabilitatii;
- beton mai omogen, tendinta mai redusa de segregare;
- rezistente mai mari;
- un schelet mineral al betonului mai dens;
- reducerea deformarii plastice si contractii din uscare mai reduse ale betonului;
- suprafete ale betonului aparent mai bune;
- o durabilitate mai mare.

## Verificari ale proprietatilor/ Agrementari

Agrementarea nr. Z-3.21-1201, DIBt- Berlin

Agrementat pentru beton precomprimat

Corespunde cerintelor ZTV-K 96

Proba de eficacitate cu antrenorul LPS A-94 Addiment

Ireprosabil in sensul liniei directe Alkali, partea 1

Indeplineste cerintele recomandarilor KTV

Coerspunde cerintelor fisei de munca W 270 a DVGW

Agrementat si in Austria, Olanda, Franta, Cehia

## Date tehnice

- Culoarea si forma: lichid maro
- Element de baza: sulfonat de lignina
- Densitatea (20<sup>0</sup>C): 1,17±0,03 g/cm<sup>3</sup>
- Continut de cloride: ≤ 0,1%
- Cant. max. admisa: 3,5 ml/Kg ciment (cca. 0,4 % din greutatea cimentului)

## Instructiuni de utilizare

Fluidizantul Addiment BV 1 ori se amesteca imediat cu apa si se introduce in amestecul de beton sau se amesteca la sfarsitul malaxarii.

In cazul adaugarii in amestecul uscat apare o fluidizare mai redusa. Timpul de malaxare depinde de malaxor si trebuie calculat adecvat.

La adaugarea de cantitati mai mari si la temperaturi mai joase poate aparea la unele tipuri de ciment o usoara intarziere. In aceste cazuri betonul trebuie tratat ulterior cu grija.

Inainte de utilizare este necesara o verificare a proprietatilor conform DIN 1045.

#### Asigurarea calitatii

- Fluidizantul Addiment BV 1 este supus unui riguros control intern al calitatii
- Supraveghere externa prin ministerul constructiilor FMPA, Institutul Otto- Graff, Stuttgart
- Sistem de management al calitatii conform DIN EN ISO 9001.

#### ***ADDIMENT Betonverflüssiger BV 8***

Fluidizant pentru betoane cu aplicabilitate universala

#### Domenii de aplicare

Fluidizantul Addiment BV 8 se aplica la betoanele vartoase care este transformat in beton marfa cu utilajele cu grad de compactare ridicat. Se preteaza mai ales la:

- Pavele de beton;
- Borduri;
- Dale de trotuar;
- Articole de constructii de gradina;
- Tevi .

#### Proprietati/ Efecte

Fluidizantul BV 8 Addiment are urmatoarele efecte:

- o mai buna dispersare si peliculizare a cimentului, a substantelor aditive si a pigmentilor de culoare;
- forte de frecare mai mici intre ciment si agregate.

Fluidizantul pentru betoane BV 8 Addiment are ca rezultat in betonul proaspat:

- imbunatatirea prelucrabilitatii si a compactitatii;



- omogenitate imbunatatita;
- reducerea fortelor de aderenta intre beton si forma/poanson.

Aceste efecte fac posibila o economica productie de betoane performante, cu proprietatile:

- o mai mare stabilitate in mediu umed;
- oscilari calitative mai mici;
- suprafete cu porii mai inchisi;
- un schelet mineral al betonului mai compact;
- o mare rezistenta la compresiune;
- o rezistenta sporita la inghet si la substantele de dezghetare ;
- o durabilitate mai indelungata.

### Agrementari

Agrementarea nr. 3.21-1279, DIBt- Berlin

Agrementat in Cehia si in Slovacia

### Date tehnice

- Culoarea si forma: lichid portocaliu
- Element de baza: tensid
- Densitatea (20<sup>0</sup>C): 1,01±0,01 g/cm<sup>3</sup>
- Continut de cloride: ≤ 0,1%
- Cant. max. admisa: 3,0 ml/Kg ciment (cca. 0,3 % din greutatea cimentului)

### Instructiuni de utilizare

Fluidizantul Addiment BV 8 ori se amesteca imediat cu apa si se introduce in amestecul de beton sau se amesteca la sfarsitul malaxarii. Timpul de malaxare depinde de malaxor si trebuie sa fie masurat in mod suficient. Inainte de utilizare este necesara o verificare a proprietatilor.

### Asigurarea calitatii

- Fluidizantul Addiment BV 8 este supus la fabricare unui strict control de productie in fabrica proprie
- Supraveghere externa prin ministerul constructiilor, Institutul Otto- Graff, Stuttgart
- Sistem de management al calitatii conform DIN EN ISO 9001.

## ***ADDIMENT Fließmittel FM 6***

Superfluidizant cu uz general

### Domenii de aplicare

Addiment Fließmittel FM 6 se foloseste ca fluidizant cu uz general si fluidizant pentru betoane (Addiment Fließmittel FM 6 Superfluidizant pentru betoane FM 6), fara a avea efect de intarziator de priza, pentru realizarea unui beton de calitate superioara in statii de betoane si santiere.

Aditivul FM 6 se foloseste la:

- beton cu intarire rapida;
- beton impermeabil;
- beton rezistent la inghet/dezghet;
- beton cu fata vazuta;
- beton fluid;
- beton cu parte fina marita.

### Caracteristici/ Efect

Cu aditivul FM 6 se obtin:

- forte de frecare mai mici intre ciment si agregat;
- reducere a cantitatii de apa;
- dispersarea uniforma a cimentului.

La beton si mortare se obtin:

- lucrabilitate mai buna cu acelasi raport apa/ciment;
- reducerea raportului apa/ciment cu pastrarea lucrabilitatii;
- beton mai omogen, fara efecte de segregare;
- cresterea rezistentei;
- durabilitate mai buna;
- deformare mai redusa;
- suprafete mai bune la beton cu fata vazuta.

### Agrementare

Agrementarea nr. Z-3.28-1277 (FM); Z-3.21-1262 (BV), DIBt-Berlin

Agrementat pentru betoane rezistente la incovoiere

Corespunde cerintelor ZTV-K 96

Corespunde cerintelor " normelor de continut alcalin", partea 1, paragraful 4.3.2 (echivalent  $\text{Na}_2\text{O} < 8,5 \text{ M, -\%}$ )

Determinarea efectului cu Addiment Luftporenbildner LPS A-94, LP S-87, LP 1-87 (aditiv antrenor de aer LPS A-94, LP S-87, LP 1-87)

Corespunde cerintelor KTW

Corespunde cerintelor normelor de munca W 270 al DVGW

Agrementat si in Austria, Croatia, Polonia, Ungaria, si Slovacia

#### Date tehnice

- Culoarea si forma: lichid maro
- Element de baza: sulfonat de melamina/naftalina
- Densitatea ( $20^{\circ}\text{C}$ ):  $1,15 \pm 0,03 \text{ g/cm}^3$
- Continut de cloride:  $< 0,1\%$
- Cant. max. admisa: 20 ml/Kg ciment (cca. 2,3 % din greutatea cimentului)

#### Instructiuni de utilizare

La adaugarea aditivului in statia de betoane este recomandata adaugarea aditivului FM 6 odata cu apa sau la sfarsitul malaxarii. Împul de malaxare depinde de malaxor si trebuie calculat adecvat. La adaugarea ulterioara in autobetoniera trebuie asigurata o distribuire niforma a fluidizantului in beton. Recomandam adaugarea fluidizantului in beton si un timp de malaxare de  $1 \text{ min/m}^3$ , insa minimum 5 min. Deoarece efectul de fluidizare nu se mentine timp îndelungat, este recomandata prelucrarea cat mai rapida a betonului. Inainte de utilizare este necesara o determinare conform DIN 1045, respectiv DafStb pentru beton fluid.

#### Asigurarea calitatii

- Fluidizantul FM 6 este supus unui riguros control intern al calitatii
- Controlul calitatii are loc si prin FMFA Bauwesen, Institutul Otto-Graf, Stuttgart
- Sistem de management al calitatii conform DIN ISO 9001.

## ***ADDIMENT Fließmittel FM 93***

Fluidizant cu efect puternic pentru intarire rapida si tratament termic

### Domenii de aplicare

Addiment Fließmittel FM 93 se foloseste ca fluidizant cu efect puternic si fluidizant pentru betoane (Addiment Fließmittel FM 93 Superfluidizant pentru betoane FM 93), pentru realizarea unui beton de calitate superioara in fabrici de prefabricate si santiere.

Aditivul FM 93 se foloseste indeosebi la:

- beton cu intarire rapida;
- beton impermeabil (tratata termic);
- beton rezistent la inghet/dezghet;
- beton cu fata vazuta;
- beton fluid;
- beton de mare performanta;
- beton cu parte fina marita.

### Caracteristici/ Efect

Cu aditivul FM 93 se obtin:

- o usoara intarziere a prizei la o intarire normala;
- forte de frecare mai mici intre ciment si agregat;
- reducere a cantitatii de apa;
- dispersarea si peliculizarea uniforma a cimentului.

La beton si mortare se obtin:

- lucrabilitate mai buna cu acelasi raport apa/ciment;
- reducerea raportului apa/ciment cu pastrarea lucrabilitatii;
- omogenizare mai buna;
- cresterea rezistentei la tratament termic;
- durabilitate mai buna;
- deformare mai redusa;
- suprafete mai bune la beton cu fata vazuta.

### Agrementare

Agrementarea nr. Z-3.28-1362 (FM); Z-3.21-1408 (BV), DIBt-Berlin

Agrementat pentru betoane rezistente la incovoiere

Cantitate suplimentara admisa pentru beton intarit incepand cu B 65

Corespunde cerintelor ZTV-K 96

Corespunde cerintelor " normelor de continut alcalin", partea 1, paragraful 4.3.2 (echivalent  $\text{Na}_2\text{O} < 8,5 \text{ M, } -\%$ )

Determinarea efectului cu Addiment Luftporenbildner LPS A-94, LP S-87

Agrementat si in Belgia, Austria, Olanda, Franta, Cehia, Ungaria si Slovacia

### Date tehnice

- Culoarea si forma: lichid maro
- Element de baza: sulfonat de melamina/naftalina
- Densitatea (20<sup>0</sup>C):  $1,14 \pm 0,03 \text{ g/cm}^3$
- Continut de cloride:  $\leq 0,1\%$
- Cant. max. admisa: 20 ml/Kg ciment (cca. 2,3 % din greutatea cimentului pentru clase de intarire pana la B 55), 40 ml/Kg ciment (cca. 4,6 % din greutatea cimentului pentru clase de intarire incepand cu B 65)

### Instructiuni de utilizare

La adaugarea aditivului in statia de betoane este recomandata adaugarea aditivului FM 93 odata cu apa sau la sfarsitul malaxarii. Timpul de malaxare depinde de malaxor si trebuie calculat adecvat. La adaugarea si dozarea ulterioara in autobetoniera trebuie asigurata o distribuire uniforma a fluidizantului in beton. Recomandam adaugarea fluidizantului in beton si un timp de malaxare de  $1 \text{ min/m}^3$ , insa minimum 5 min. Deoarece efectul de fluidizare nu se mentine timp indelungat, este recomandata prelucrarea cat mai rapida a betonului. Inainte de utilizare este necesara o determinare conform DIN 1045, respectiv DafStb pentru beton fluid.

### Asigurarea calitatii

- Fluidizantul FM 93 este supus unui riguros control intern al calitatii
  - Controlul calitatii are loc si prin FMIPA Bauwesen, Institutul Otto-Graf, Stuttgart
- Sistem de management al calitatii conform DIN ISO 9001 [2.33.]

**CONCLUZII :** In acest capitol s-au evidentiat urmatoarele aspecte:

- Actiunea aditivilor obisnuiti asupra proprietatilor betoanelor clasice, pentru imbunatatirea moderata a unor caracteristici (modificatori ai proceselor de priza si intarire, marirea gradului de impermeabilitate al betonului, coborarea temperaturii de inghet a betonului, imbunatatirea rezistentei betonului la actiuni agresive chimice,etc);
- Actiunea combinata a unor aditivi cu reactie chimica si pulberi minerale pentru obtinerea betoanelor cu inalte performante;
- Folosirea aditivilor superplastifianti indigeni si straini, care au revolutionat tehnologia betoanelor.

**CONTRIBUTII PERSONALE :** Prezentarea aditivilor clasici si moderni, folositi in Romania, in betoane si mortare, cu efectele lor.

# Bibliografie

- 2.1 V. Moldovan “Aditivi in betoane” Ed. Tehnica Buc. 1978
- 2.2 A. Joisel, RILEM Bruxelles II 1967
- 2.3 N. Mihail “Intarirea accelerata a betoanelor” Ed. Tehnica, Buc 1972
- 2.4 G. N. Sivertev RILEM, Moskva 1964
- 2.5 M. Venuat “Adjuvants et traitements des mortiers et betons”, CERILH, Paris, 1971
- 2.6 T. Rosenberg s.a. RILEM, Bruxelles 1967
- 2.7 L. Forsen “Int. Symp. on the Chemistry of cements”, Stockholm 1938
- 2.8 H. K. Cook, R. C. Mielenz RILEM, Bruxelles 1967
- 2.9 B. Warris RILEM, Bruxelles 1967
- 2.10 A. Steopoe, V. Moldovan “Revue des materiaux de Construction” 1960
- 2.11 M. M. Duriez “Nouveau traite de materiaux de construction” Dunod, Paris 1961
- 2.12 S. A. Mironov, A. V. Logorda “Intern. Symp. on the Admixtures”, Bruxelles 1967
- 2.13 A. Steopoe “La durabilite du beton” Eyrolles, Paris 1970
- 2.14 V. Moldovan Buletinul Institutului de Constructii nr.7. 1960
- 2.15 E. Jebelean “Contributii la realizarea betoanelor si mortarelor cu aditivi superplastifianti” – Teza de doctorat Universitatea Tehnica Timisoara 1991
- 2.16 I. Ionescu “Aspecte actuale ale utilizarii superplastifiantilor in tehnologia betonului si prefabricatelor”. Revista Materiale de Constructii, nr.1, Buc . 1980
- 2.17 I. Ionescu, T. Ispas “Practica actuala a betoanelor” Ed. Tehnica Buc. 1986
- 2.18 I. Ionescu “Ameliorari posibile in tehnologia betonului prin utilizarea superplastifiantilor” Revista Materiale de Constructii, nr.3, Buc. 1978

- 2.19 E. Jebelean, C. Avram, C. Bob, I. Koreck “Influenta unor noi aditivi asupra proprietatilor betonului” Revista Materiale de Constructii, nr.1, Buc. 1980
- 2.21 I. Teoreanu, V. Moldovan “Consideratii teoretice si date experimentale privind mecanismul de actiune al aditivilor superplastifianti in beton” Revista Materiale de Constructii, nr2, Buc 1983
- 2.22 I. Florea, C. Ciobanu “Superplastifianti pe baza de rasini sintetice. Realizari si perspective” Revista Materiale de Constructii, nr.1, Buc 1980
- 2.23 T. Ispas, I. Ionescu, C. Rener, G. Petru “Aspecte privind dezvoltarea tehnologiei betoanelor de inalta performanta” Revista Materiale de Constructii, nr.1, Buc 1990
- 2.24 “Instructiuni tehnice provizorii pentru folosirea superplastifiantilor VIMC 11 si VIMC 22 la prepararea betoanelor si realizarea elementelor prefabricate” MEFMC-ICPMC, Buc. 1981
- 2.25 “Instructiuni tehnice provizorii pentru folosirea superplastifiantului VIMC 11 la prepararea betoanelor si realizarea elementelor prefabricate” Indicativ CD 137-81, MEFMC-ICPMC, Buc. 1982
- 2.26 “Instructiuni tehnice si tehnologice pentru prepararea betoanelor utilizate la realizarea elementelor prefabricate Indicativ CD 137/1-89” MILMC-ICPMC, Buc. 1989
- 2.27 G. Popescu, S. Ifrim, H. Balasoiu, D. Anghel, M. Muntean “Influenta aditivilor superfluidificatori asupra pastelor si mortarelor de ciment” Revista Materiale de Constructii, nr.1, Buc 1980
- 2.28 S. Enescu, E. Ionescu, S. Teslaru “Influenta aditivilor asupra proprietatilor betonului” Revista Materiale de Constructii, nr.2, Buc 1981
- 2.29 S. Enescu, D. Tatu, S. Teslaru “Cercetari privind influenta aditivului superplastifiant FLUBET asupra proprietatilor si structurii betoanelor” Revista Materiale de Constructii, nr.1, Buc. 1985



- 2.30 Instructiuni tehnice pentru utilizarea superplastifiantului FLUBET la prepararea betonului de ciment. Indicativ C 211-82, Buletinul Constructiilor nr.9, Buc. 1982
- 2.31 Normativ pentru executarea lucrarilor din beton si beton armat. Indicativ C 140-86, Buletinul Constructorilor nr.12, Buc. 1986
- 2.32 Aditivi GRACE (catalog de prezentare)
- 2.33 Aditivi SIKA (catalog de prezentare)
- 2.34 E. Jebelean, C.Bob „Superplastifianti in betoane” Editura Orizonturi Universitare Timisoara, 2004.

## **CAPITOLUL III**

# **ALTE TIPURI DE BETOANE**

# 1. BETOANE USOARE

## GENERALITATI.

Prin betoane usoare se inteleg acele betoane care au o densitate aparenta mai mica decat  $2000 \text{ kg/m}^3$ . [3.1 / 3.2]

Betoanele usoare au o mare dezvoltare in prezent, datorita unor caracteristici tehnice care le fac deosebit de apreciate: densitate aparenta redusa, capacitate de izolare termica ridicata si rezistenta la foc sporita, in comparatie cu betoanele grele. Aceste caracteristici conduc la elemente de beton cu greutate proprie redusa, bune termoizolatoare, usor de prefabricat etc.

Betoanele usoare se pot clasifica din mai multe puncte de vedere in tabelul 3.1 fiind data clasificarea lor dupa structura, dupa tipul agregatelor folosite si dupa domeniul de folosire.

Normele americane dau clasificarea betoanelor usoare in functie de densitate si de rezistenta la 28 de zile (fig. 3.1) [3.3.]

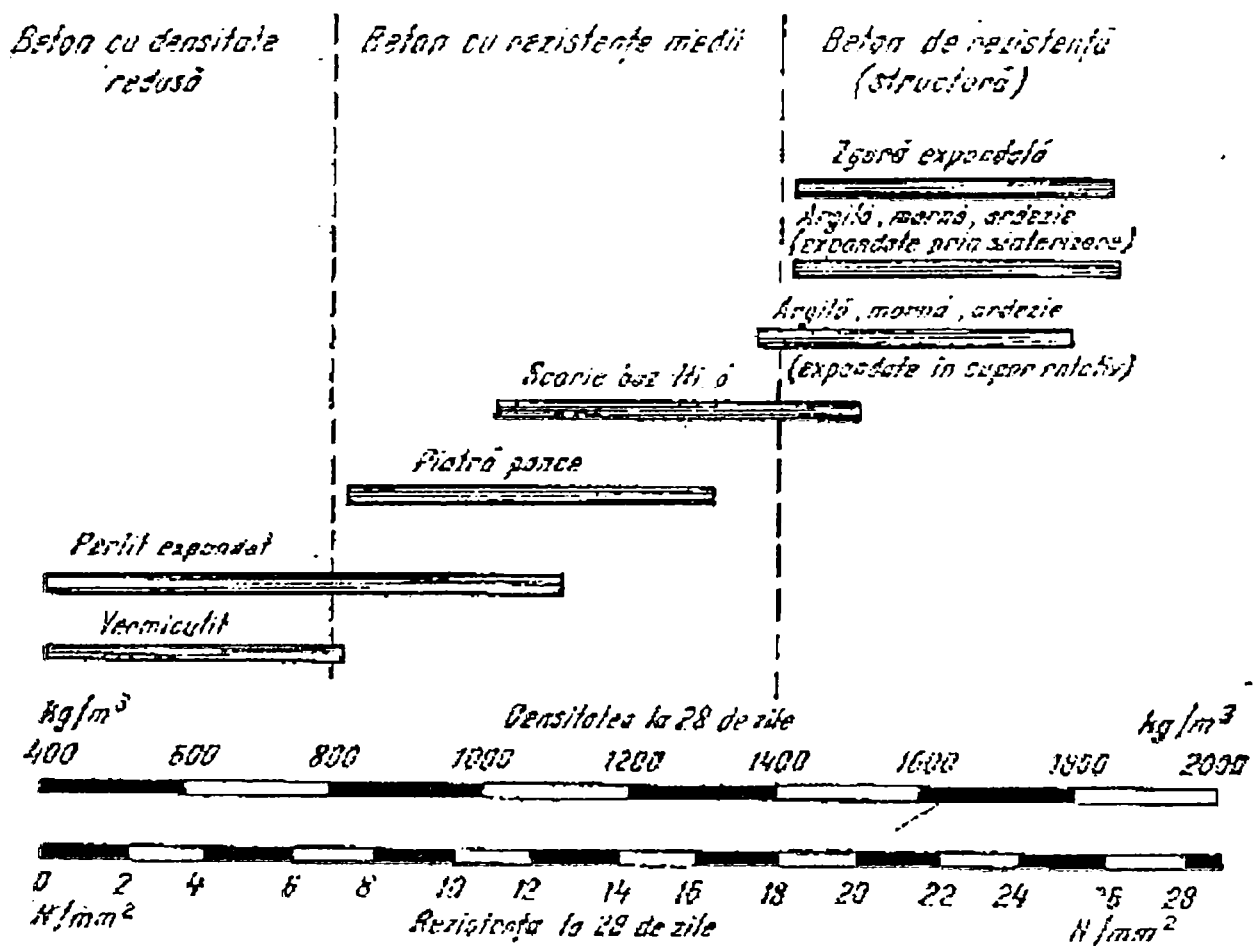


Fig.3.1. Clasificarea betoanelor usoare functie de densitatea aparentă și rezistență.

Felul clasificarii	Tipul betoanelor usoare	Caracteristici
Dupa structura si granulozitate	Compacte	Cu agregate minerale usoare sau cu agregate vegetale
	Macroporoase	Cu agregate avand diametrul granulelor de cel putin 5 mm, iar pasta de ciment nu umple spatiul dintre granule
	Celulare	Se obtin prin inspumare sau pe baza de adaosuri generatoare pe gaze
Dupa tipul agregatelor folosite	Agregate minerale	Cuprind agregate minerale usoare naturale si artificiale
	Agregate vegetale	Sunt agregate organice naturale ca: rumegus, talas, coji, orez, puzderii de in si canepa
	Agregate din polimeri organici	Cuprind granule de polistiren, de cauciuc, de poliuretani etc
Dupa domeniul de folosire	Termoizolatoare	$\lambda \leq 0,4 \text{ W/m} \cdot \text{grad}$ $R_b \leq 5 \text{ N/mm}^2$
	Termoizolatoare si de rezistenta	$\lambda \leq 0,75 \text{ W/m} \cdot \text{grad}$ $R_b > 5 \text{ N/mm}^2$
	De rezistenta	$R_b \geq 15 \text{ N/mm}^2$ $\lambda > 0,75 \text{ W/m} \cdot \text{grad}$

Clasificarea functionala a betoanelor usoare dupa C.E.B. este data in tabelul 3.2 [3.4.]

### Clasificarea functionala a betoanelor usoare

Tabelul 3.2.

Clasa	Tipul de beton usor	Densitatea aparenta in stare uscata $\text{kg/m}^3$	Rezistenta la compresiune $\text{N/mm}^2$	Coeficientul de conductivitate termica $\text{W/m} \cdot \text{grad}$
S	Beton usor de rezistenta (structura)	1600 – 1900	30 – 70	0,6 – 1,0
SI	Beton usor de rezistenta si izolatie	1300 – 1600	15 – 20	0,5 – 0,8
I	Beton usor termoizolator	< 1450	< 15	< 0,75

Agregatele folosite la prepararea betoanelor usoare sunt agregate grele obisnuite (in cazul betoanelor macroporoase) si agregate usoare poroase. In conformitate cu clasificarea prezentata anterior, agregatele usoare sunt de natura anorganica (minerale) si de natura organica, naturale (cele vegetale) si artificiale (cele din polimeri organici). La prepararea betoanelor usoare cel mai mult se folosesc agregatele minerale usoare, cu densitate in gramada mai mica de  $1200 \text{ kg/m}^3$ , care se clasifica in: [3.5.]

- agregate naturale (diatomit, tufuri vulcanice, scorii bazaltice etc.)
- agregate artificiale, care sunt produse secundare industriale cum ar fi zgurile de cazan, sterilul ars din exploatarile de carbuni, deseurile ceramice etc. , sau produse fabricate in mod special, cum ar fi argila expandata, zgura de furnal expandata, perlitul expandat etc.

Dupa densitatea in gramada, in stare afanata a materialului uscat, agregatele minerale usoare se impart in clasele indicate in tabelul 3.3.

### Clasificarea agregatelor usoare

Tabelul 3.3.

Clasa	Subclasa	Densitatea $\rho_{ga}$ (kg/m <sup>3</sup> )	Tipuri de agregate
A1	A1a	<200	Perlit expandat
	A1b	201 – 350	Perlit expandat, granulit
A2	A2a	351 – 500	Granulit, diatomit
	A2b	501 – 600	Granulit, zgura expandata
A3	A3a	601 – 750	Granulit, zgura expandata, agloporit
	A3b	751 – 900	Granulit, zgura expandata, scorie bazaltica, zgura de cazan
A4	A4	901 – 1200	Scorie bazaltica, tuf dacitic, steril ars, sparturi ceramice etc.

Agregatele usoare naturale rezulta in urma solidificarii magmei vulcanice, au structuri poroase, densitati de pana la  $1000 \text{ kg/m}^3$  si rezistenta la compresiune pana la  $15 \text{ N/mm}^2$ . [3.2.]

Cel mai folosit agregat usor este argila expandata sau granulitul. [3.1.]

GRANULITUL se obtine in urma expandarii argilelor usor fuzibile. In acest scop, argila se fasonaza cu cantitati reduse de apa sub forma de granule si se arde in cuptoare rotative la  $1100 - 1200^\circ\text{C}$ . Expandarea se datoreste degajarii, la temperatura ridicata din cuptor, a unor gaze care apar in urma reactiilor de disociere sau de combinare a unor oxizi ai argilei:



Granulitul are la exterior o pelicula usor vitrifianta, iar in interior o structura poroasa. Se livreaza in sorturile: 0/7,1 mm; 7,1/16 mm; 16/31 mm si in subclasele A 1b, A 2a, A 2b, A 3a si A 3b. Rezistentele la strivire ale granulitului in functie de densitatea in gramada in starea afanata si uscata, conf. STAS 7343 – 73, [3.6.] trebuie sa fie de minimum: A 2a -  $2 \text{ N/mm}^2$ ; A 2b -  $2,5 \text{ N/mm}^2$ ; A 3a -  $3 \text{ N/mm}^2$ ; A 3b -  $4 \text{ N/mm}^2$ .

ZGURA EXPANDATA se obtine prin racirea zgurii de furnal in cuva de expandare, cu jeturi puternice de apa; agregatele din zgura expandata se obtin prin concasarea si sortarea zgurii expandate. Agregatele din zgura expandata se livreaza in sorturile: 0/7,1 mm; 7,1/16 mm; 16/31 mm si cu densitati in gramada intre  $500 - 1200 \text{ kg/m}^3$ . [3.1.]

PERLITUL EXPANDAT se obtine dintr-o roca magmatica silicioasa, numita perlit, prin expandare in cuptoare speciale (expandarea se datoreste apei legate chimic in roca). Este un material foarte poros, cu densitatea in gramada sub  $350 \text{ kg/m}^3$ . [3.1.]

AGLOPORITUL rezulta din arderea unor deseuri industriale cu continut de carbune, cum sunt zgurile si cenurile de termocentrala, cat si sterilul ars de la exploatarile carbonifere. Are rezistenta la compresiune intre 1 si  $5 \text{ N/mm}^2$ . [3.1.]

## 1.1. BETOANE USOARE COMPACTE

Betoanele usoare compacte se confecioneaza cu agregate minerale usoare sau agregate vegetale. Carecteristica principala a structurii lor este compactitatea, care se realizeaza prin umplerea completa cu mortar a golurilor dintre granule; greutatea redusa a acestor betoane se datoreste exclusiv porozitatii agregatelor.

Dintre agregatele folosite, granulitul este cel mai mult utilizat.

Principalele caracteristici fizico – mecanice ale betonului usor cu granulit sunt date in tabelul 3.4. [3.1. / 3.7.]

Caracteristici fizico – mecanice ale betonului usor cu granulit

Tabelul 3.4.

Caracteristici			Clasa betonului								
			6/7.5	8/10	12/15	16/20	18/22.5	25/30	28/35	32/40	
Rezist. la compres.	$R_c^n$	$\frac{N}{mm^2}$	6.5	9.5	12.5	15.5	18.5	24.0	26.5	29	
	$R_c$		5.0	7.0	9.5	11.5	14.0	16.0	17.5	19.0	
Rezist. la intindere	$R_t^n$		0.75	0.95	1.1	1.25	1.35	1.5	1.6	1.7	
	$R_t$		0.5	0.5	0.7	0.8	0.9	1.0	1.05	1.1	
$E_b$ KN/mm <sup>2</sup>			11	13	15	16.5	18	20	21	22	
$W/m^*grad$			0.41	0.53	0.63	0.67	0.72				
			0.44	0.73	0.79	0.79	0.85	0.89	0.89	–	

*W/m\*grad – conductivitatea termica de calcul este data dupa C155 – 75 pt.betoane cu granulit clasa A3a si clasa A3b (cifrele de pe ultimul rand).*



Materialele cu densitate aparenta mica (foarte poroase) si cu valori mici ale conductivitatii termice, sunt bune izolatoare. La o porozitate identical, conductivitatea termica creste odata cu marimea porilor deoarece sporeste convectia aerului in pori, ceea ce favorizeaza trecerea caldurii. In ceea ce priveste umiditatea s-a constatat ca la cresterea umiditatii are loc intotdeauna si cresterea conductivitatii termice.

Rezistentele betoanelor usoare compacte cresc odata cu cresterea densitatii aparente. Dozajul de ciment, raportul A/C, mijloacele de punere in opera influenteaza in acelasi sens rezistentele acestor betoane, ca si in cazul betonului greu obisnuit. O influenta insemnata o are rezistenta agregatului deoarece  $R_{ag} < R_c$ , ruperea avand loc prin agregat.

Betoanele usoare compacte au o larga utilizare in constructii, ele fiind deosebit de avantajoase la confectionarea de blocuri si panouri mari pentru pereti, corpuri de umplutura, placi si fasii pentru plansee si acoperisuri, placi termoizolatoare, iar in ultimul timp, ca elemente de beton armat si precomprimat diafragme la cladiri inalte. [3.2.]

## 1.2. BETOANE MACROPOROASE (SEMICOMPACTE)

Aceste betoane se obtin prin alegerea unei granulozitati speciale a agregatelor, care pot fi grele compacte sau usoare poroase. Partea fina din agregate se elimina partial sau total, iar cantitatea de ciment si de apa se dozeaza astfel incat fiecare granula sa fie invelita cu o pelicula fina de pasta de ciment, fara ca golurile dintre granule sa fie umplute (fig. 3.2.).

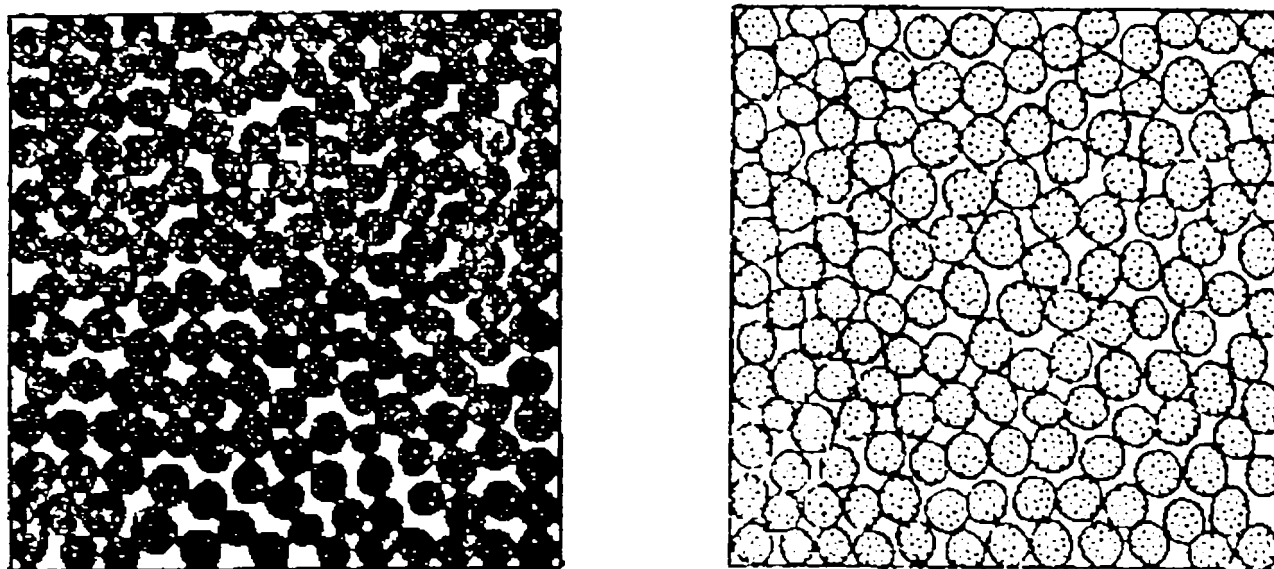


Fig.3.2. Betoane macroporoase cu agregate grele și ușoare.

Rezulta ca dozajul de ciment trebuie astfel calculat incat pasta sa acopere granulele agregatului cu pelicula, sudandu-le doar la punctele de contact. [3.1.]

In aceste conditii, dozajele de ciment sunt, in general, mai mici, nedepasind  $300 \text{ kg/m}^3$ , iar raportul A/C trebuie bine stabilit pentru ca pasta ce rezulta sa inveleasca uniform granulele de agregat, in medie  $A/C = 0,4 - 0,5$ . [3.2.]

Betoanele macroporoase se utilizeaza la: blocuri mici si mari de zidarie, sape termoizolante, structuri termoizolante la panouri mari, placi termoizolante, straturi de umplutura si de egalizare, drenaje si mai nou ca inlocuitor al filtrelor inverse clasice in constructii hidrotehnice. [3.8.]

Betoanele macroporoase sunt de mai multe tipuri, in functie de volumul de goluri ( $V_g$ ) pe care il au:

- tip A cu  $V_g=25...35\%$  si se realizeaza cu agregate monogranulare, grele sau usoare, intr-un singur sort.
- tip B cu  $V_g=20...25\%$ , cu agregate grele sau usoare formate din mai multe sorturi.
- tip C cu  $V_g < 20\%$  avand mai multe sorturi de agregate usoare, la care se admite si un procent redus din fractiunea 0...3 mm.

Betoanele macroporoase au o permeabilitate ridicata si o rezistenta la inghet-dezghet mai mare, datorita porilor si golurilor specifice (permit trecerea apei pe care nu o retin si joaca rolul unor vase de expansiune pentru apa care ingheata).  
[3.1.]

### 1.3. BETOANE CELULARE

Betoanele celulare sunt materiale cu o structura alveolara, care contin circa 50 % (in volum) pori inchisi de forma sferica cu diametrul de circa 1 mm, uniform distribuiti in masa betonului. Structura poroasa a betoanelor celulare se obtine prin provocarea unei reactii chimice, urmata de o degajare de gaze in amestecul proaspat - betoane cu gaze (gazobetoane) – sau prin amestecarea mortarului cu o spuma – betoane cu spuma (spumobetoane). [3.1.]

Tot in categoria acestor betoane mai pot fi incluse si betoanele microporoase la care porii se formeaza din cauza evaporarii apei, diametrul lor fiind de obicei mai mic de 0,1 mm. [3.2.]

Betoanele celulare au fost create la sfarsitul deceniului al treilea al secolului nostru in Suedia, cunoscand o intensa raspandire datorita avantajelor pe care le au: densitate aparenta foarte redusa, caracteristici termotehnice superioare, rezistenta buna la foc, prelucrare si manipulare cu mijloace simple, caracteristici mecanice ce le asigura un domeniu foarte larg de folosire. Aceste betoane prezinta insa si unele neajunsuri, de care trebuie sa se tina seama la folosirea lor. Astfel, ele au o absorbtie mare de apa, neputand fi folosite in medii umede fara o bariera contra vaporilor. De asemenea, betoanele celulare au o rezistenta slaba la inghet – dezghet repetat si sunt friabile, ceea ce impune adoptarea unor procedee de ambalare, transport si manipulare care sa le protejeze impotriva degradarii. Pe de alta parte, ele au o contractie mare (circa 5 mm/m), iar armaturile si piesele metalice inglobate necesita protectie.

Materialele componente necesare fabricarii betoanelor celulare sunt urmatoarele: [3.1.]

LIANTUL folosit este cimentul portland cu sau fara adaosuri, varul sau un amestec al lor (2/3 ciment si 1/3 var, sau 2/3 var si 1/3 ciment). Varul trebuie sa fie macinat foarte fin, la finetea cimentului.

AGREGATELE utilizate sunt nisipul de rau sau de cariera, cenusa de termocentrala, trasul, diatomitul sau agregate cu dimensiuni pana la 31 mm din zgura expandata sau granulat. Agregatele influenteaza proprietatile betoanelor celulare prin finetea lor de macinare si prin continutul in SiO<sub>2</sub> (care are o mare influenta asupra rezistentelor), mai ales la betoanele autoclavizate.

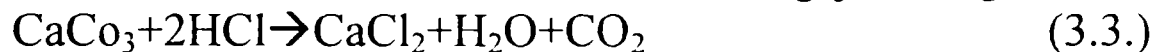
CANTITATEA DE APA DE AMESTECARE este mai mare decat la celelalte betoane, raportul A/C putand sa ajunga la 2. Cantitatea mare de apa este reclamata de agregate care fiind fine necesita multa apa de amestecare. [3.2.]

SUBSTANTELE GENERATOARE DE GAZE sunt de mai multe tipuri, dupa modul cum reactioneaza chimic, si anume:

- elemente ca Al, Zn, Mg sau feroaliajele Fe-Si , Fe-Mn , care in stare de pulberi reactioneaza cu componentii bazici ai liantului, cu formare de hidrogen. Cea mai folosita este pulberea de aluminiu:



- substante care reactioneaza intre ele, cu degajare de gaze:



- substante care se descompun prin reactii de oxido – reducere, cu degajare de gaze:



La folosirea acestor substante exista unele restrictii: sa nu se produca reactii violente, sa nu rezulte gaze toxice si inflamabile, gazele sa nu provoace aparitia eflorescentelor, la betoanele armate sa nu se degaje oxigen, sa fie economice.

SUBSTANTELE GENERATOARE DE SPUMA trebuie sa asigure formarea unei cantitati de spuma stabile si cu pori fini, care sa nu se distruga prin amestecarea cu mortarul si sa nu influenteze negativ procesul de priza si intarire al liantului. Generatorii de spuma sunt: spumogen (deseuri de la abatoare), clei si sapun de colofoniu, sulfat aluminat naftenic etc.

La prepararea betoanelor celulare se mai folosesc si stabilizatori de spuma ca: saruri de aluminiu si fier, clei, amidon, clorura de calciu, cat si substante plastifiante.

Ca MATERIALE AUXILIARE se folosesc acceleratori ai reactiilor chimice (sticla solubila, clorura de calciu), intarziatori de priza (ghips, zaharuri), stabilizatori pentru pori (sapun de colofoniu, emulsii pe baza de clei). [3.1.]

Intarirea betoanelor celulare poate sa fie normala sau prin tratament termic. In cazul unei intariri normale, cantitatea mare de apa de amestecare din aceste betoane conduce la existenta unor contractii mari la uscare, care provoaca fisurarea lor. De aceea, asemenea

elemente se fac de dimensiuni mici. Eliminarea acestor dezavantaje este posibila prin folosirea tratamentului termic. In ultimul timp s-a extins procedeul de autoclavizare (4 - 18 ore la 175°C si 8 atm). [3.2.]

La prepararea betoanelor celulare cu gaz, cel mai mult se foloseste pulberea de aluminiu.

Principalele faze ale procesului tehnologic de fabricare a produselor din beton celular sunt: [3.9.]

- primirea, depozitarea si prelucrarea materialelor componente.
- dozarea componentilor si prepararea amestecului.
- pregatirea tiparelor pentru turnare.
- confectionarea si asamblarea plaselor si carcaselor de armare cat si aplicarea solutiei de protectie a armaturilor.
- turnarea betonului proaspat in tipara (6 – 12 min.).
- expandarea datorata reactiilor chimice (30 – 90 min).
- preintarirea masei betonului, accelerata datorita temperaturii degajate de reactiile chimice (60 – 150 min).
- taierea blocului de beton si realizarea profilarii pe crud a elementului (6 – 12 min).
- autoclavizarea in vapori saturati la o presiune de 12 – 16 at, timp de 8 – 18 ore si la o temperatura de 170 – 200°C.
- decofrarea, ambalarea, marcarea si depozitarea.

Intrucat betoanele celulare se intaresc prin autoclavizare, ele poarta denumirea de betoane celulare autoclavizate – BCA.

Pentru betoanele celulare autoclavizate care se fabrica la noi, principalele caracteristici tehnice sunt date in tabelul 3.5.

In ultimul timp, betonul celular autoclavizat se utilizeaza pe scara tot mai larga intr-o serie de tari printre care si Romania, la elemente de constructii simple sau armate, neportante sau portante, cum ar fi: pereti exteriori autoportanti si neportanti, pereti portanti, pereti despartitori, pereti din panouri mari preasamblate, pereti din blocuri mici la cladiri civile si industriale, plansee pentru cladiri civile, acoperisuri de hale industriale, izolarea termica a constructiilor si altele.

Tabelul 3.5.

Sortiment	R, N/mm <sup>2</sup>			ρ, kg/m <sup>3</sup>		λ, W/m*grad	
	GBN	GBC		GBN	GBC	GBN	GBC
GB 25	2.5	2.5	1.8	400-500	150-550	0.102	0.128
GB 35	3.5	–	–	501-600	–	0.140	–
GB 50	5.0	5.0	4.0	601-700	650-750	0.198	0.198

Obs.: GBN-gazbeton cu nisip, liant: ciment, var sau gips

GBC-gazbeton cu cenusa de termocentrala, liant: var sau gips

## 2. PRODUSE TIP BETON

### 2.1. AZBOCIMENT

Azboimentul, obtinut dintr-un amestec de ciment, apa si fibre de azbest, este un produs folosit in constructii, datorita caracteristicilor sale fizico – mecanice. [3.10.]

Azbestul este un produs mineral natural, ce se desface cu usurinta in fibre elastice extrem de fine, care dupa aspectul exterior se aseamana cu bumbacul, fiind mai rezistente la temperaturi ridicate si solicitari mecanice decat fibrele de bumbac.

In industria azboimentului se folosesc trei varietati de azbest: crisotilul, crocidolitul si amositul. Dintre acestea, cel mai utilizat in industria azboimentului este crisotilul (circa 80% din productia mondiala), a carui formula oxidica este  $3\text{MgO}\cdot 2\text{SiO}_2\cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ; celelalte varietati sunt silicati de Mg, Fe, Ca si Na.

Azbesturile se livreaza pe sorturi si marci, conform unor clasificari ce se fac, de regula, in functie de lungimea fibrelor. Pentru produsele de azboiment se folosesc azbesturi cu fibre avand lungimea cuprinsa intre 1 si 6 mm (procentul preponderent de fibre) si cu diametre mai mici decat  $1\ \mu$ . [3.3.]

Caracteristicile fizico – mecanice, importante pentru aportul pe care azbestul il aduce la proprietatile azboimentului, sunt rezistenta la intindere, stabilitatea termica si capacitatea de absorbtie. [3.10.] Sub actiunea caldurii, azbestul are proprietatea de a nu arde si de a nu intretine arderea. Prin incalzire indelungata la  $110^\circ\text{C}$ , azbestul pierde  $2/3$  din apa de absorbtie si 10% din rezistenta, iar la  $368^\circ\text{C}$  pierde restul de apa si 80% din rezistenta. Azbestul are proprietatea de a absorbi o cantitate mare de apa, ca si compusii de hidratare ai cimentului; prin absorbtia hidroxidului de calciu, procesul hidratarii si intaririi cimentului se produce mai repede decat in produsele de ciment fara azbest.

Cimentul folosit la fabricarea produselor de azboiment este, de regula, fara adaosuri.

In produsele de azboiment, azbestul este in proportie de 10 – 20% in masa, iar cimentul 80 – 90%.



Pentru prepararea pasteii de azbest – ciment se intrebuinteaza o cantitate foarte mare de apa, de circa 25 de ori mai mare decat masa liantului; in final, produsele de azbociment au un continut de apa de aproximativ 20%. [3.3.]

Fluxul tehnologic de fabricare a produselor de azbociment cuprinde mai multe procese de baza si anume: sortarea si defibrarea azbestului, obtinerea amestecului azbest–ciment–apa, formarea produselor de azbociment, intarirea produselor, colorarea si finisarea produselor.

Azbocimentul se caracterizeaza prin bune proprietati mecanice, cu exceptia rezistentei la soc. Aceasta se datoreste texturii de fibre de azbest, care creaza un sistem elastic si care preia cea mai mare parte din incarcările exterioare, in special cele de intindere. Valorile catorva caracteristici fizico – mecanice, pentru placi plane si ondulate, sunt date in tabelul 3.6. [3.10.]

#### Caracteristicile fizico – mecanice ale placilor de azbociment

Tabelul 3.6.

Caracteristici	Placi plane		Placi ondulate	
	nepresate	presate	A	B
Absorbția de apa, %	16	0	30	–
Rezistența la rupere la incovoiere, N/mm <sup>2</sup>	20 - 30	20	14	16 – 17
Rezistența la inghet – dezghet, (nr. cicluri)	25	30	25	30
Densitatea, kg/m <sup>3</sup>	1900-2200	1900-2200	–	1700-1800
Conductivitatea termica, W/m*grad	0.89	0.88	0.89	0.89
Dilatatia, cm/°C*10 <sup>-7</sup>	95	–	105	–

Azbocimentul se foloseste sub forma de foi si tuburi. Foile de azbociment se utilizeaza ca placi de invelitoare, placi de fatada, placi pentru lucrari tehnico – sanitare, captusirea peretilor, panouri, tavane, pereti despartitori, diverse cabine, cornise, tablii de usi si de mobile etc. Panourile mari, in structura sandwich, din placi plane de azbociment si miez de polistiren, cu grosimi de 2,4 – 9,6 cm si greutate de circa 30 kg/m<sup>2</sup>, se folosesc la peretii neportanti ai halelor industriale, la constructii avicole, turistice etc. La acoperisuri, azbocimentul se foloseste sub forma de placi plane sau ondulate, neizolate sau izolate termic.

Tuburile de azbociment se folosesc pentru canale de ventilatie si canale de fum, conducte de apa sub presiune, ape industriale, produse petroliere si gaze naturale, tuburi pentru canalizari.

Folosirea azbocimentului la lucrari de acoperisuri si pereti termoizolatori sau la o serie de lucrari de interior, prezinta o serie de avantaje care se bazeaza pe principalele calitati ale acestui produs si anume:

- greutate redusa a peretelui sau invelitorii si sarpantei care il sustine (confectionata din metal sau beton);
- consum minim de manopera pentru punerea in opera in comparatie cu alte sisteme de invelitori sau pereti;
- durabilitate mare, determinata de buna capacitate de izolare hidrofuga, buna comportare la inghet – dezghet si de natura sistemului ciment – azbest;
- rezistenta la foc;
- posibilitatea de remediere a eventualelor deficiente si grad ridicat de demontabilitate;
- aspect estetic deosebit, materialul putand avea fetele slefuite, colorate sau cu diverse texturi. [3.1.]

## 2.2. PRODUSE DIN BETON SIMPLU

Din beton se executa o serie de produse care au o larga utilizare in industria constructiilor, ca de exemplu: placi si plinte din beton, mozaicate, pentru pardosei, placi din beton pentru pavaje, borduri de beton pentru trotuare, tuburi si piese de canalizare din beton, blocuri mici de beton cu agregate usoare pentru zidarii. [3.2.]

### 2.2.1. Tuburi si piese de canalizare din beton simplu

Acestea se utilizeaza la canalizari care functioneaza cu scurgere libera, cu exceptia celor folosite in medii agresive pentru beton. Tuburile se clasifica dupa mai multe criterii prezentate schematic in tabelul 3.7.

Tabelul 3.7.

Forma sectiunii, Mod de asezare, (simbol)	Mod de imbinare (simbol)	Mod de executie a imbinarii, (simbol)
Circulara, fara talpa (C)	Cu mufa (m)	Uscata ( $m_s$ )
		Umeda ( $m_u$ )
Circulara, cu talpa (C <sub>t</sub> )	Cu mufa (m)	Uscata ( $m_s$ )
		Umeda ( $m_u$ )
	Cu cep si buza (b)	–
Ovoida, cu talpa (O <sub>t</sub> )	Cu cep si buza (b)	–

Pentru realizarea retelelor de canalizare se utilizeaza si piese de legatura (coturi si ramificatii) cu sectiuni si moduri de imbinare asemanatoare tuburilor.

Calitatea tuburilor si pieselor de canalizare din beton simplu se apreciaza prin verificari de lot (aspect , dimensiuni) si verificari periodice (impermeabilitatea, absorbtia de apa, rezistenta la compresiune pe generatoare, rectilinitatea generatoarelor din interiorul tuburilor) (STAS 816 - 88). [3.11.]

### 2.2.2. Blocuri mici din beton cu agregate usoare pentru zidarii

Acestea se confectioneaza cu urmatoarele agregate usoare: scorie bazaltica, zgura granulata sau expandata, granolit, diatomit, cenusa de termocentrala, deseuri ceramice etc.

Se executa cu goluri perpendiculare pe suprafata de asezare in zidarie si inchise pe celelalte cinci suprafete. In functie de densitatea aparenta in stare uscata, blocurile mici de beton se impart in trei clase:

- clasa C<sub>1</sub>, cu  $\rho_a=1000 - 1300 \text{ kg/m}^3$
- clasa C<sub>2</sub>, cu  $\rho_a=1300 - 1500 \text{ kg/m}^3$
- clasa C<sub>3</sub>, cu  $\rho_a=1500 - 1800 \text{ kg/m}^3$

Dupa rezistenta la compresiune se produc in trei marci: 3,5 N/mm<sup>2</sup>; 5 N/mm<sup>2</sup>; 7,5 N/mm<sup>2</sup>.

Blocurile mici din beton cu agregate usoare au forma paralelipipedica cu dimensiunile 290 x 240 x 188 mm.

Se utilizeaza la executarea zidariilor, cu exceptia zidariilor subterane, fundatiilor, canalelor si cosurilor de fum etc. Verificarea calitatii blocurilor mici din beton cu agregate usoare se face prin verificari de lot (forma si dimensiuni, aspect, densitate aparenta si masa) si verificari periodice (marca, rezistenta la transfer termic ) (STAS 6029 – 89). [3.12.]

### 2.2.3. Borduri din beton

Acestea se realizeaza cu fete aparente netede sau cu model, in culoare naturala sau colorata. Se fabrica in patru tipuri A, B, P, I (cu dimensiuni variind in limitele: l = 330 - 1000 mm; b = 100 - 600 mm; h = 150 - 500 mm), simple – executate in intregime din acelasi beton cu agregate din roci dure sau din doua straturi – cu stratul de baza din beton obisnuit, iar cel de uzura de minim 30 mm din beton cu agregate din roci dure. In functie de modul de prelucrare a fetelor vazute, bordurile pot fi nefinisate si finisate. Se utilizeaza pentru incadrarea trotuarelor, spatiilor verzi, aleilor de pietoni, pistelor de ciclisti etc.

Calitatea bordurilor se apreciaza in functie de conditiile de aspect si de rezistenta la incovoiere, rezistenta la inghet-dezghet si uzura (STAS 1139 - 87). [3.13.]

#### 2.2.4. Placi si plinte din beton, mozaicate

Acestea sunt executate prin presare si alcatuite din doua straturi – stratul de baza si stratul de uzura.

Stratul de baza se face din beton obisnuit, iar stratul de uzura din beton preparat cu piatra de mozaic sub forma de granule sau bucati poliedrice. In functie de gradul de finisare, placile pot fi slefuite sau lustruite, iar in functie de calitate, de calitatea I si a II-a. Au forma patrata cu latura de 200 - 400 mm si grosimi de 23 - 38 mm, iar plintele sunt intregi 200 x 100 x 15 mm (tesitura 10 mm) sau jumatati 100 x 100 x 15 mm (tesitura 10 mm).

Grosimea minima a stratului de beton mozaicat (de uzura) dupa slefuire, variaza intre 8 mm la placile cu grosimea de 23 mm si 15 mm la cele cu grosimea de 38 mm.

Placile si plintele din beton mozaicate, se utilizeaza pentru pardoseli interioare sau exterioare. Calitatea lor se apreciaza dupa aspect si dupa caracteristicile fizico – mecanice, determinate la varsta de minimum 28 de zile: absorbtia de apa, rezistenta la inghet-dezghet, rezistenta la incovoiere, rezistenta la lovire si rezistenta la uzura (STAS 451 - 86). [3.14.]

#### 2.2.5. Placi din beton pentru pavaje

Acestea se fabrica prin presare mecanica, fiind alcatuite dintr-un singur strat de beton cu agregate din roca dura sau din doua straturi, din care cel de baza este din beton obisnuit, iar cel de uzura din beton cu agregate din roca dura. Se executa in culoarea naturala a liantului si agregatelor sau colorate, putand avea fata superata cu santuri imprimate.

In general placile pentru pavaje se realizeaza in mai multe marimi avand, in principal, forma patrata cu latura de 250 - 400mm si grosimi de 28 - 55 mm. Grosimea stratului de uzura este de 1/3 din grosimea placii, dar cel putin 15 mm.

Sunt folosite la pavarea trotuarelor, peroanelor, halelor, in general in locuri de circulatie pietonala sau de vehicule usoare.

Calitatea lor se apreciaza dupa conditiile de aspect si dupa urmatoarele caracteristici mecanice: rezistenta la incovoiere, rezistenta la lovire, rezistenta la uzura si rezistenta la inghet-dezghet (STAS 1137 - 68). [3.15.]

**CONCLUZII SI CONTRIBUTII PERSONALE :** Prezentarea unor produse tip beton, care fac legatura cu subiectul TEZEI DE DOCTORAT.

# Bibliografie

- 3.1 C. Avram, C. Bob “Noi tipuri de betoane speciale” Ed.Tehnica Buc. 1980
- 3.2 C. Bob, I. Buchman, E. Jebelean, M. Rosu, C. Rosu “Materiale de Construcii” – curs – Universitatea Tehnica Timisoara 1995
- 3.3 ACI “Manual of Concrete Practice” Part 1, “Materials and Properties of Concrete”, American Concrete Institute, Detroit, Michigan, 1968
- 3.4 I. Terezea, M. Toma “Betoane cu agregate usoare”, Referat de sinteza Vol. III (v. 3.16)
- 3.5 STAS 2386-73 “Agregate minerale usoare. Conditii tehnice generale de calitate” Buc. 1973
- 3.6 STAS 7343-73 “Agregate minerale usoare. Granulit” Buc. 1973
- 3.7 Instructiuni tehnice pentru prepararea si folosirea betoanelor de granulit – Indicativ C 155-75, Buc. Bul al MEFMC de Ord. si Instr. Pentru Ind. Mat. de Constr., nr.2, 1976
- 3.8 D. Tatu, E. Luca, S. Soviani, “Betonul macroporos” – Cercetari in vederea utilizarii ca inlocuitor al filtrelor inverse clasice in constructii hidrotehnice, Vol II (v. 3.16)
- 3.9 M. Simonici, C. Amzulescu “Betoane celulare autoclavizate”. Referat de sinteza Vol. III (v. 3.16)
- 3.10 B. Marcovici, L. Plugaru, G. Polizu “Azbecimentul in constructii” Buc, Ed. Tehnica, 1969
- 3.11 STAS 816-88 -Tuburi si piese de canalizare din beton simplu.
- 3.12 STAS 6029-89 – Blocuri mici din beton cu agregate usoare.
- 3.13 STAS 1139-87 – Borduri de beton pentru trotuare.
- 3.14 STAS 451-86 – Placi, plinte si scafe din beton, mozaicate.
- 3.15 STAS 1137-68 – Placi din beton pentru pavaje.
- 3.16 CNIT, Conferinta a VIII-a de Betoane “Betoane speciale si noi tipuri de betoane”, Vol. I+II+III, Cluj Napoca, 1977

## **CAPITOLUL IV**

# **PLACI DIN BETON PENTRU PAVAJE - 1989**



## 1. GENERALITATI

Betonul greu obisnuit reprezinta principalul tip de beton folosit in constructiile din beton simplu, beton armat si beton precomprimat.

Conditii deosebite in care se gasesc unele elemente de constructii in exploatare, au condus la crearea unor tipuri de betoane speciale, care sa asigure structurilor durabilitatea necesara.

O larga utilizare in industria constructiilor o au o serie de produse din care fac parte PLACILE DIN BETON PENTRU PAVAJE, numite si DALE PENTRU PAVAJE. [4.23]

1.1. **OBIECTUL TEZEI DE DOCTORAT** il constituie placile din beton colorat, cu care a fost pavata Piata Victoriei din Timisoara si o parte din aleile Parcului Central (foto 1).

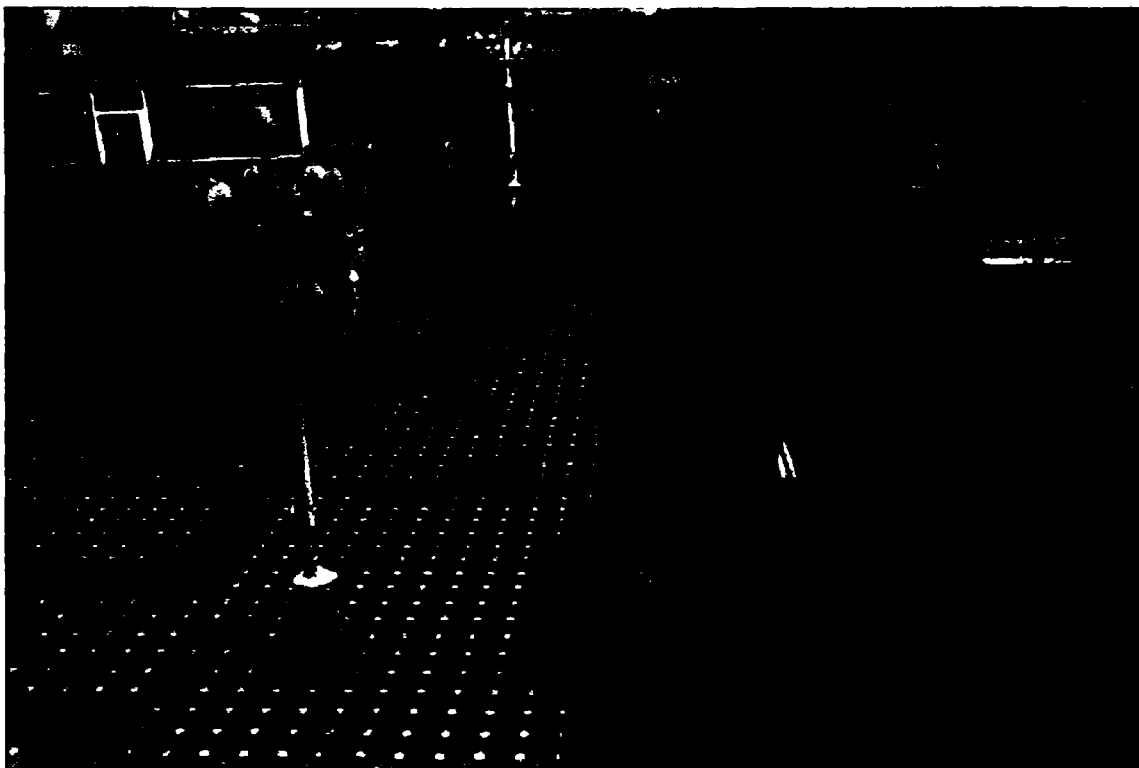


Foto 1

Aceste dale de pavaj fac parte din categoria betoanelor speciale din mai multe puncte de vedere:

- sunt produse tip beton,
- sunt colorate – decorative,
- au rezistente destul de mari – C 32/40,
- agregatele din care au fost confectionate sunt de naturi diferite ( nisip de rau, dar si criblura de bazalt si mozaic de calcar ).

Conform STAS 1137 – 68, *Placile din beton pentru pavaje sunt alcatuite dintr-un singur strat de beton, cu agregate din roca dura, sau din doua straturi, din care cel de baza din beton obisnuit, iar cel de uzura din beton cu agregate din roca dura. Placile pentru pavaje se executa fie in culoarea naturala a liantului si a agregatelor, fie colorate.*

*Caracteristicile fizico-mecanice ale placilor de pavaj, la 28 de zile, sunt urmatoarele:*

Tabelul 4.1.

Caracteristici mecanice	Conditii de admisibilitate
Rezistenta de rupere medie la incovoiere, N/cm <sup>2</sup> (N/mm <sup>2</sup> )	400 ( 4 )
Rezistenta de rupere minima la incovoiere (a unei singure placi din proba), N/cm <sup>2</sup> (N/mm <sup>2</sup> )	300 ( 3 )
Uzura stratului de uzura, mm max.	1,3
Comportarea la inghet-dezghet	Nu trebuie sa apara deteriorari la nici o placa din proba

1.2. ISTORIC. In anul 1989, s-a dorit schimbarea aspectului arhitectural al Centrului Civic din Timisoara, prin crearea unui pavaj reprezentativ, durabil, care sa fie ca o emblema pentru orasul nostru. Aceste dale au fost comandate pentru executie la I.M.C. Timisoara, Sectia Prefabricate din Beton – actualmente S.C. „Prefatim” S.A. Timisoara – Ele s-au realizat in anul 1989, in lunile aprilie – iulie. Suprafata pavata cu aceste dale este de 18.340 mp. Culorile de baza sunt: ROSU, GALBEN si NEGRU.

Pornindu-se de la *Instructiunile tehnologice pentru fabricarea pavelor speciale prefabricate din beton decorativ cu agregate din granit pentru Centrul Civic Bucuresti*, elaborate de I.C.P.M.C. Bucuresti in anul 1988, proiectantul a impus ca dalele de pavaj din Timisoara sa aibe urmatoarele caracteristici fizico-mecanice:

Tabelul 4.2.

Caracteristici fizico-mecanice	Conditii de admisibilitate
Marca ( Clasa ) betonului	B 500 ( C 32/40 )
Uzura stratului de uzura, mm max.	1,3
Gradul de gelivitate	G 50
Gradul de impermeabilitate	P <sub>8</sub> <sup>10</sup>

## 2. PRODUSE

### 2.1. PREZENTAREA PRODUSELOR

Dalele de pavaj au fost fabricate in doua sortimente  
(plansa 1 si foto 2):

Octogonale 40 x 40 x 8 (patrate cu colturile tesite) (foto 3) si

Patrate 40 x 40 x 8 cm (foto 4)



Foto 2

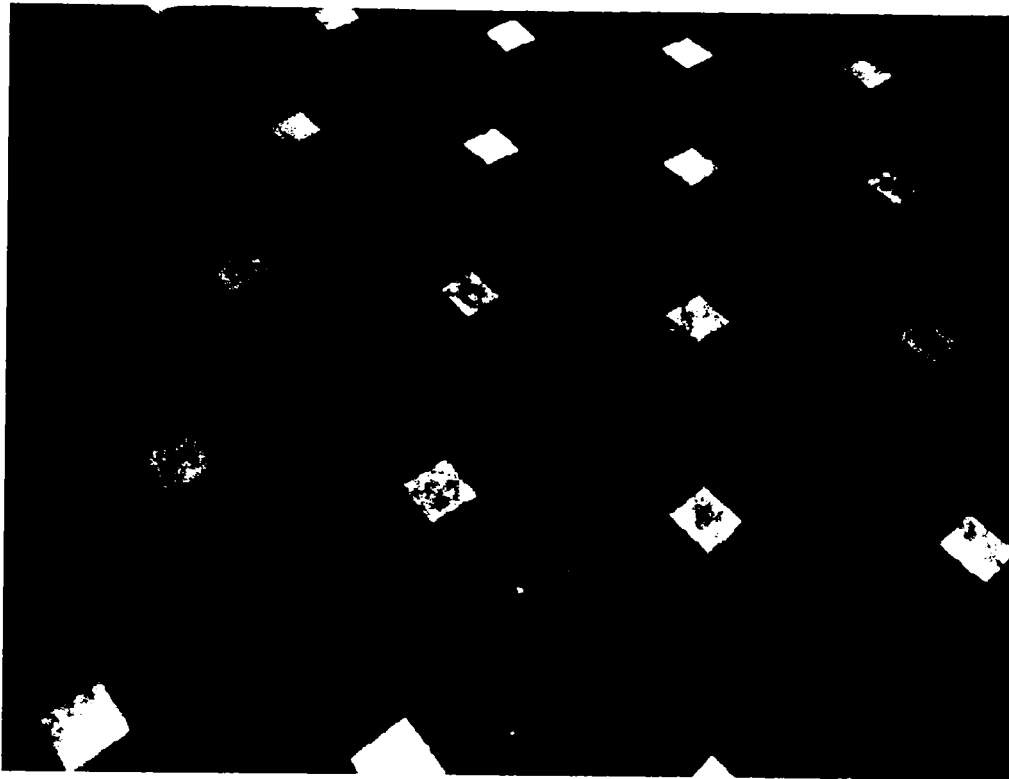


Foto 3

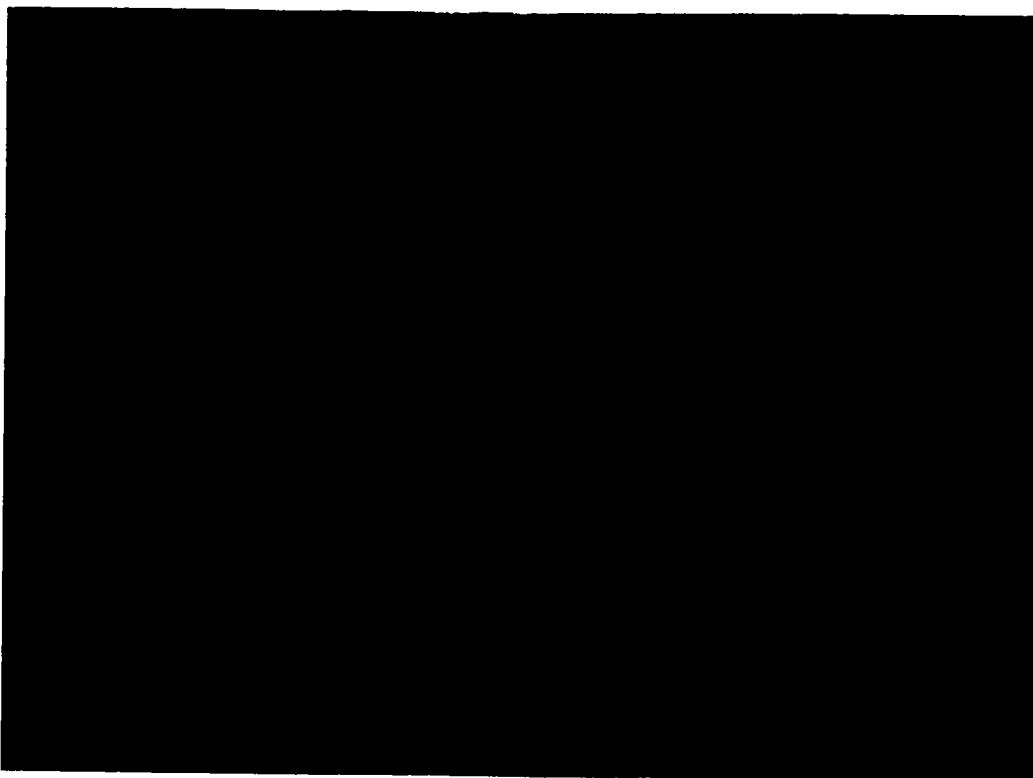
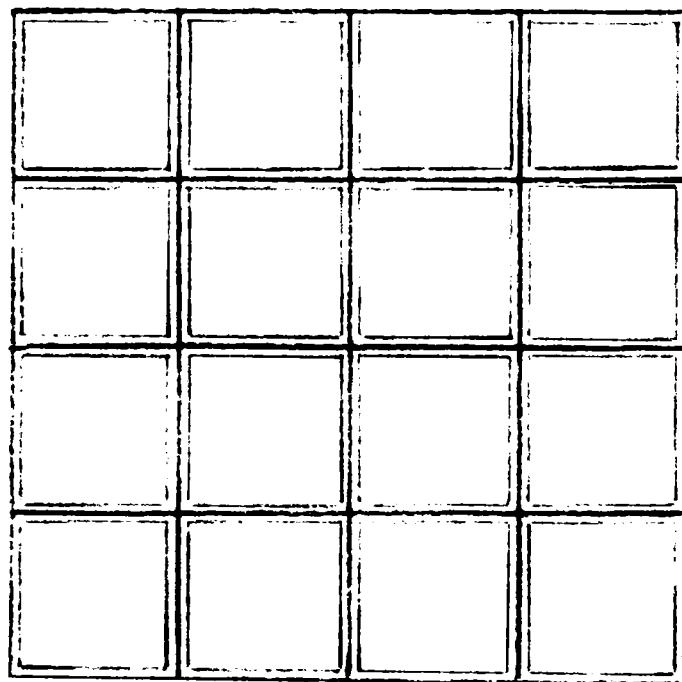
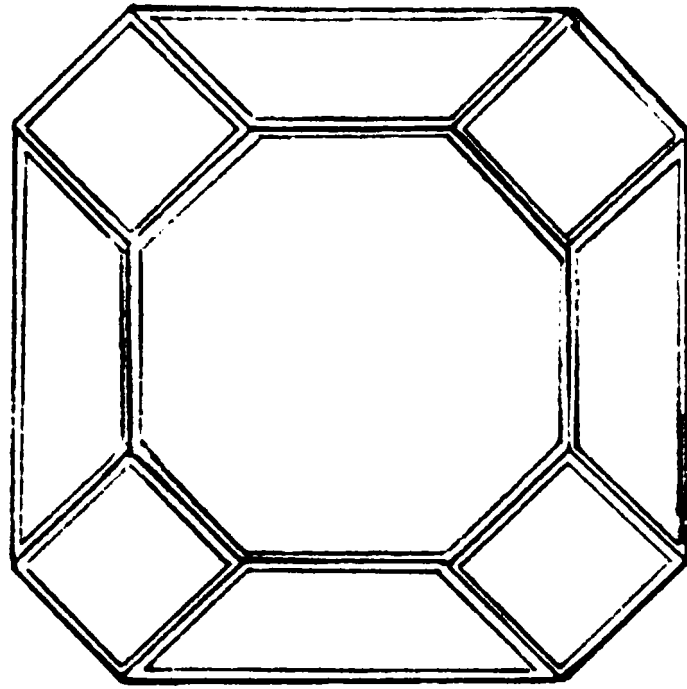


Foto 4



Plansa 1

2.2. CARACTERISTICILE FIZICO-MECANICE ale dalelor sunt urmatoarele:

- Clasa (Marca) betonului: C 32/40 (B500) - STAS 1275 - 88, [4.1];
- Gradul de gelivitate: G 50 - STAS 3518 - 89 [4.2];
- Gradul de impermeabilitate:  $P_8^{10}$  - STAS 3519 - 76 [4.3].

### 2.3. MATERII PRIME

2.3.1. Cimentul utilizat la preparare a fost P 45 - STAS 388 - 80 [4.4] produs de C.L.Deva, (actualmente CEM I 42,5R - SR EN 197/1-2002) [4.5];

2.3.2. Agregatele utilizate au fost:

-Nisipul de rau, 0 - 3 mm din Balastiera Ghioroc, jud. Arad;

-Criblura de bazalt, 3 - 8 si 8 - 16 mm, din Cariera Sanovita jud. Timis;

-Mozaic de calcar, 3 - 8 si 8 - 16 mm, de la Intreprinderea Marmura Simeria.

Aceste agregate au indeplinit conditiile de calitate din STAS 1667 - 76 [4.6], criblura si mozaicul continand max. 1% parti levigabile.

Agregatele au fost depozitate compartimentat pentru evitarea impurificarii si amestecarii sorturilor.

2.3.3. Aditivul utilizat a fost DISAN A, realizat la Combinatul de Celuloza si Hartie Zarnesti, jud. Brasov in conformitate cu C.S. nr. 4/1983. Prepararea solutiei de Disan A s-a facut conform Normativului C 140 - 86 [4.7].

2.3.4. Apa utilizata a fost apa potabila conform STAS 790 - 84 [4.8].

2.3.5. Pigmentii utilizati au fost produsi de Intreprinderea Chimica Orastie:

- Oxid rosu de fier, STAS 6632/2 - 1991 [4.9],
- Oxid galben de fier, STAS 6632/3 - 1991 [4.10],
- Oxid negru de fier, STAS 6632/4 - 1983 [4.11],

## 2.4. TEHNOLOGIA DE FABRICATIE

### 2.4.1. Fluxul tehnologic cuprinde urmatoarele operatii:

- prepararea betonului,
- compactarea betonului,
- intarirea betonului,
- slefuirea fetei vazute,
- maturizarea, ambalarea si expedierea.

2.4.2. Prepararea betonului s-a facut in malaxoare cu amestec fortat, in asa fel ca betonul preparat sa fie introdus in opera si compactat in maximum 30 - 35 de minute.

2.4.2.1. Dozarea componentelor betonului s-a facut gravimetric. Solutia de Disan A s-a introdus volumetric.

Toleranta de dozare a fost de:

- ±3% pentru agregate;
- ±2% pentru ciment;
- ±1% pentru apa;
- ±0.5% pentru aditivi si pigmenti.

2.4.2.2. Retelele definitive de beton au fost urmatoarele:

- pentru DALE ROSII:

- ciment P 45 (CEM I 42,5 R):..... 615 kg/m<sup>3</sup>
- nisip 0 – 3 mm:.....425 kg/m<sup>3</sup>
- criblura 3 – 8 mm (50%):.....545 kg/m<sup>3</sup>
- mozaic alb 8 – 16 mm (50%):.....545 kg/m<sup>3</sup>
- pigment rosu (13% din ciment):.....80 kg/m<sup>3</sup>
- Disan A, sol 20%:.....7 l/m<sup>3</sup>
- apa:.....170 kg/m<sup>3</sup>



- pentru DALE GALBENE:

- ciment P 45 (CEM I 42,5 R):.....615 kg/m<sup>3</sup>
- nisip 0 – 3 mm:.....425 kg/m<sup>3</sup>
- mozaic alb 3 – 8 mm(30%):..... 325 kg/m<sup>3</sup>
- criblura 8 – 16 mm (70%):.....765 kg/m<sup>3</sup>
- pigment galben (13% din ciment):.....80 kg/m<sup>3</sup>
- Disan A, sol 20%:.....7 l/m<sup>3</sup>
- apa:.....170 kg/m<sup>3</sup>

- pentru DALE NEGRE:

- ciment P 45 (CEM I 42,5 R):.....615 kg/m<sup>3</sup>
- nisip 0 – 3 mm:.....465 kg/m<sup>3</sup>
- criblura 3 – 8 mm:..... 325 kg/m<sup>3</sup>
- criblura 8 – 16 mm :.....765 kg/m<sup>3</sup>
- pigment negru (6.5% din ciment):.....40 kg/m<sup>3</sup>
- Disan A, sol 20%:.....7 l/m<sup>3</sup>
- apa:.....170 kg/m<sup>3</sup>

2.4.2.3. Curba granulometrica pentru agregatul total este cea din tabelul 4.3.

Tabelul 4.3.

Sita (ciur), mm	0.2	1	3	7	15
% treceri –min.	1	12	28	55	95
–max.	7	22	38	63	100

2.4.2.4. Ordinea de introducere in malaxor a fost:

- nisipul 0 – 3 si pigmentul, urmat de o malaxare de circa 90 – 120 sec.
- criblura, mozaicul si cimentul, urmate de o malaxare de 90 – 120 sec.
- apa cu aditivul, malaxare 60 – 90 secunde.

2.4.2.5. In stare proaspata, betonul utilizat la realizarea pavelor prefabricate indeplineste urmatoarele conditii:

- tasare maxim 0,6 cm, conform STAS 1759 – 88 [4.12]
- densitate minim 2380 kg/m<sup>3</sup>, conf. STAS 1759 – 88 [4.12]

Determinarea tasarii s-a facut o data pe schimb, iar a densitatii de minimum doua ori pe schimb, de catre personalul de laborator.

2.4.2.6 Turnarea betonului s-a facut in tipare multiple de 5 x 4 buc./tipar.

2.4.3 Compactarea betonului s-a facut prin vibrare pe mese vibrante. Compactarea se considera corespunzatoare daca densitatea betonului din dala era cu 1,5 – 2% mai mare decat densitatea betonului din reteta.

Dalele realizate la fiecare sarja se preluau pe platforme metalice cu picioruse, care se depozitau stivuite pe maximum 5 randuri.

Transportul si manipularea platformelor cu dale proaspat turnate s-a facut astfel incat sa se asigure eliminarea oricaror cauze care pot conduce la deformarea dalelor (de exemplu socuri din transport, deformari din agatare, inclinarea platformelor, vibratii etc.)

#### 2.4.4. Intarirea betonului

Platformele cu dale proaspete s-au lasat la intarire libera timp de minimum 24 de ore. In tot acest timp ele se udau abundent cu apa. Udarea incepea la circa 2 ore de la confectionare, in functie de temperatura mediului ambiant.

Dupa minimum 24 de ore s-a facut, prin autocontrol, o sortare de aspect (bucata cu bucata), eliminandu-se dalele necorespunzatoare. Verificarea dimensionala de receptie, pe loturi, s-a facut conform STAS 6657/2 - 88 (verificare prin atribute) [4.13].

Dalele corespunzatoare se mentineau pe platforme la intarire in continuare pana la varsta de 2 – 3 zile. In acest timp, ele erau udate abundent cu apa.

#### 2.4.5. Slefuirea fetei vazute

Slefuirea s-a executat dupa 2 – 3 zile de la confectionare cu 2 masini de slefuit cu cate 8 cuiburi fiecare.

Acest timp de 2 – 3 zile era necesar pentru ca betonul sa atinga o rezistenta la compresiune de minim  $300 \text{ daN/cm}^2$  ( $30 \text{ N/mm}^2$ ), care permite ca in timpul slefuirii sa nu fie smulse granule din pasta de ciment intarit.

Slefuirea a urmarit punerea in evidenta a granulelor de mozaic si criblura din beton. Ea s-a facut pana la obtinerea unui aspect uniform al intregii suprafete. Uniformitatea aspectului s-a apreciat in raport cu dalele etalon. Durata slefuirii a fost de 2 – 3 minute pentru o piesa.

Operatiunea de slefuire s-a executat intr-un spatiu dotat cu instalatie de apa, canalizare, iluminat suficient.

Cu ocazia slefuirii s-a facut o noua sortare calitativa, prin autocontrol, a dalelor si eliminarea celor care prezentau defecte ale suprafetei vizibile peste limitele stabilite prin piesele etalon.

#### 2.4.6. Maturizarea, ambalarea si expedierea

Dalele slefuite, sortate si acceptate calitativ si dimensional s-au asezat pe palete de transport. S-au asezat in 5 randuri suprapuse cate 20 pe un rand.

S-a urmarit ca asezarea sa se faca astfel ca doua dale suprapuse sa aibe in contact fetele vazute sau fetele de baza.

S-a continuat udarea pana la expirarea a 7 zile de la data confectionarii.

Dalele astfel ambalate s-au pastrat in depozit pe loturi de fabricatie si pe culori, pana la atingerea rezistentei minime de livrare.

In mijloacele de transport s-a admis suprapunerea paletelor pe maximum 2 randuri.

Ele au fost asigurate in mod riguros impotriva deplasarii accidentale in timpul transportului, prin pene de lemn si ancore.

Livrarea s-a facut pe loturi insotite de certificate de calitate.

## 2.5. TEHNOLOGIA DE MONTARE

Montarea dalelor s-a facut de catre T.A.G.C.M.Timisoara, Grupul 1 (actualmente S.C Primaconstruct S.A. Timisoara), pe o sapa uscata formata din ciment si nisip in raport 1/3.

Asezarea dalelor s-a facut in functie de modelul geometric stabilit, pentru fiecare sector. (foto 5).

Dupa montare, dalele au fost udate pentru a se putea realiza priza si intarirea sapei si implicit fixarea dalelor.

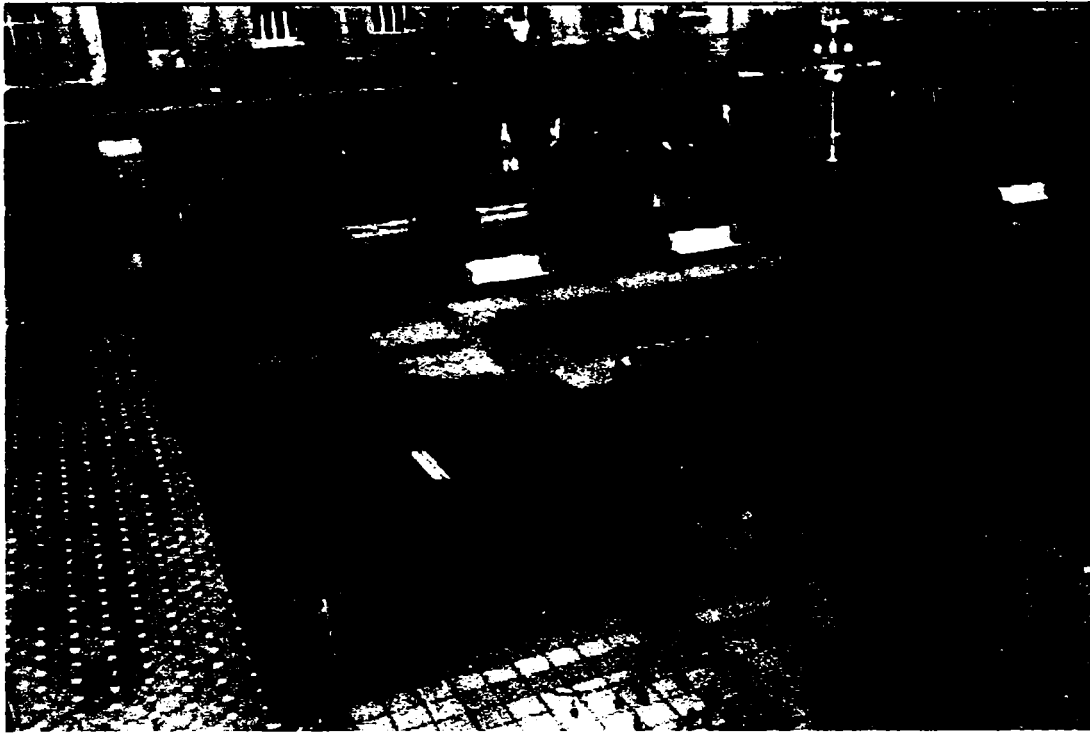


Foto 5

### 3. PROBE DE LABORATOR SI CONTROL TEHNIC DE CALITATE

Acest capitol cuprinde:

- probe de laborator necesare pentru receptia materiilor prime la intrarea in intreprindere;
- retete preliminare;
- probe de laborator destinate verificarilor tehnologice in diverse faze de fabricatie;
- controlul tehnic de calitate.

#### 3.1. RECEPTIONAREA MATERIILOR PRIME

Toate materiile prime folosite in procesul tehnologic de fabricare a dalelor de pavaj au fost insotite, la intrarea in intreprindere, de certificate de calitate sau buletine de analiza, emise de intreprinderile furnizoare.

Caracteristicile tehnice ale materiilor prime au indeplinit cerintele standardelor indicate la punctul 2.2.

La anumite materii prime s-au facut suplimentar probe pentru verificarea calitatii imediat dupa sosirea in intreprindere, conform Normativului C 140 – 86 [4.7].

#### 3.2. COMPOZITII PRELIMINARE SI CARACTERISTICILE LOR

Proiectantul a impus ca dalele sa fie cu mozaic si criblura. Din acest motiv, s-au incercat mai multe variante, care sa satisfaca urmatoarele cerinte:

- aspect uniform si placut al dalelor;
- rezistenta la slefuire si la compresiune;
- rezistentă buna la inghet – dezghet;
- comportare buna la impermeabilitate;

### 3.2.1. CONTRIBUTII LA STABILIREA COMPOZITIEI BETOANELOR VARTOASE

In calitate de Sef Laborator al Sectiei de Prefabricate din Beton din cadrul Intreprinderii Materiale de Constructii din Timisoara, am facut parte din colectivul de specialisti, care s-au ocupat de acest proiect.

La stabilirea compozitiei betoanelor pentru dale de pavaj s-au folosit urmatoarele surse bibliografice:

- Normativul C 140 - 86 [4.7]
- Metoda de stabilire a compozitiei betonului propusa de Prof. C. Bob [4.14]
- Relatiile lui Bolomey – Skramtaev [4.18]
- Relatia lui Beliaev [4.18]

Pe baza relatiilor date, in **teza de doctorat** au fost facute mai multe propuneri in vederea stabilirii compozitiei betoanelor vartoase. [4.24].

Conform **Normativului C 140 - 86**, [4.7] din tabelul V.2.2., se stabileste raportul A/C in functie de clasa betonului si clasa cimentului folosit. Din tabelul V.2.4. se stabileste cantitatea orientativa de apa de amestecare in functie de clasa betonului si de lucrabilitatea dorita a acestuia.

Cantitatea de apa se adopta dupa corectiile de rigoare in functie de natura agregatelor, diametrul maxim al granulelor -  $d_{max}$  - , folosirii sau nu de aditivi.

Avand aceste date, se calculeaza cantitatea de agregate si densitatea betonului.

O alta metoda de stabilire a cantitatii de apa de amestecare este cea care ia ca baza **formula propusa de C. Bob** in revista "Materiale de Constructii" nr. 2/86. [4.14]

$$A' = \left( 170 + \frac{B}{2} + 50 \frac{N}{P} - \frac{300}{T_a + 4} \right) \left( 0,84 + \frac{0,93}{\sqrt{d_{\max}}} \right) \gamma \quad [ 4.1 ]$$

in care:

B - rezistenta (marca) betonului, in  $N/mm^2$ ;

N - agregatul cu  $d \leq 3,15$  mm pentru  $d_{\max} \leq 16$  mm;

P - agregatul cu  $d > 3,15$  mm pentru  $d_{\max} \leq 16$  mm;

$d_{\max}$  - diametrul maxim al agregatului, in mm;

$T_a$  - tasarea conului, in cm, conform lucrabilitatii propuse;

$\gamma$  - coeficient prin care se introduce influenta naturii agregatului, cu valorile  $\gamma = 1,0$  pentru agregate de rau si  $\gamma = 1,1$  pentru agregate din piatra sparta.

Aceasta formula este valabila pentru betoane fara aditivi.

In cazul folosirii de aditivi, **E. Jeleleanu** propune, in Teza de Doctorat, [4.15], si impreuna cu **C. Bob** in lucrari ulterioare, [4.16 / 4.17], completarea acestei formule prin introducerea unui coeficient  $\beta$ , care tine cont de influenta aditivului si are valorile:

$\beta = 4$  - pentru betoane fara aditiv

$\beta = 1$  - pentru betoane cu superplastifiant

si a unui coeficient  $\delta$ , care tine seama de tipul de aditiv superplastifiant. In acest caz relatia devine :

$$A' = \left( 170 + \frac{B}{2} + 50 \frac{N}{P} - \frac{300}{T_a + \beta} \right) \left( 0,84 + \frac{0,93}{\sqrt{d_{\max}}} \right) \gamma \delta \quad [ 4.2 ]$$

In cazul folosirii aditivului plastifiant Disan A, se propune, in prezenta **teza de doctorat**, ca valoarea coeficientului  $\beta$  sa fie :

$\beta = 3$

Deoarece in betonul pentru dale de pavaj s-au folosit agregate din piatra sparta dublu concasata ( criblura, mozaic ), se propune, de asemeni in **teza de doctorat**, ca valoarea coeficientului  $\gamma$  sa fie :

$$\gamma = 1,2$$

Pentru stabilirea raportului A/C se pleaca de la **relatia lui Bolomey – Skramtaev** [4.18]

$$B = k R_c \left( \frac{C}{A} - 0,5 \right) \quad [4.3]$$

in care:

B - rezistenta (marca) betonului, in  $N/mm^2$ ;

$R_c$  - rezistenta (marca) cimentului, in  $N/mm^2$ ;

k - constanta in functie de natura agregatului, cu valorile  $k = 0,5$  pentru agregate de rau si  $k = 0,55$  pentru agregate de concasaj.

Aceasta formula insa este valabila numai pentru betoanele plastice, adica lucrabile, cu  $A/C \geq 0,50$ .

Cum betoanele pentru dale sunt foarte vartoase, se propune, **ca o contributie a prezentei teze de doctorat**, introducerea, in formula de mai sus, a unui coeficient  $\alpha$  cu valorile:

$\alpha = 1,1$  pentru betoane obisnuite plastice, compactate prin vibrare

$\alpha = 1,0$  pentru betoane obisnuite plastice, compactate manual

$\alpha = 0,7$  betoane obisnuite foarte vartoase.

In acest caz formula devine:

$$B = \alpha k R_c \left( \frac{C}{A} - 0,5 \right) \quad [4.4]$$

de unde se determina raportul A/C

$$\frac{A}{C} = \frac{\alpha k R_c}{B + 0,5 \alpha k R_c} \quad [4.5]$$



O metoda de stabilire a raportului A/C, porneste de la relatia de determinare a rezistentei betonului la 28 de zile, propusa de **Beliaev** [4.18]

$$R_{28} = \frac{R_c}{a \left(\frac{A}{C}\right)^n} \quad [4.6]$$

in care :

$R_{28}$  - rezistenta betonului dupa 28 de zile;

$R_c$  - rezistenta cimentului dupa 28 de zile;

a - coeficient ce tine seama de natura agregatului, cu valorile:

a = 4 pentru beton cu pietris si

a = 3,5 pentru beton cu piatra sparta.

n = 1,5 pentru ciment in mortar de consistenta normala.

Formula pentru raportul A/C devine:

$$\left(\frac{A}{C}\right)^n = \frac{R_c}{aR_{28}} \quad [4.7]$$

$$\frac{A}{C} = \sqrt[n]{\frac{R_c}{aR_{28}}} \quad [4.8]$$

Formula profesorului N.M.Beliaev se reprezinta grafic printr-un fascicul de curbe hiperbolice (fig.4.1) pentru diferite marci de ciment. In aceeași figura este aratata, cu o linie punctata, evolutia rezistentei betonului la micșorarea mai departe a raportului A/C : dupa atingerea maximului, rezistenta betonului scade apoi brusc, din cauza cantitatii insuficiente de apa necesara pentru compactizarea amestecului de beton la turnare.

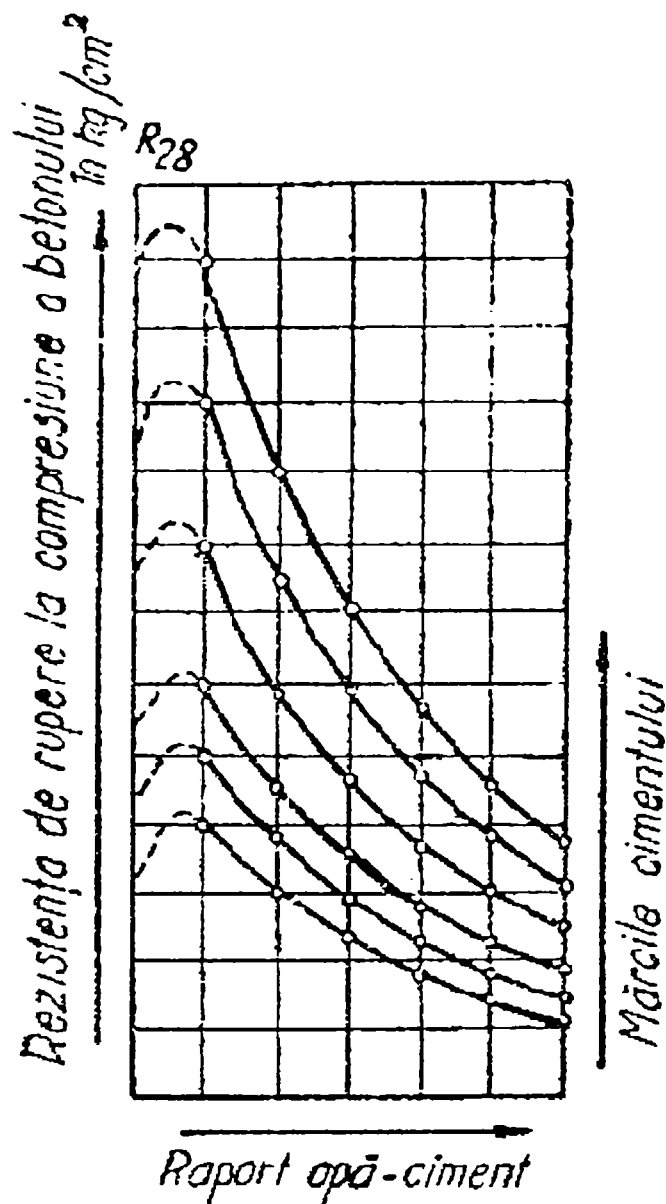


Fig. 4.1

Facand o comparatie intre rezistentele la 28 de zile, obtinute cu formula lui Beliaev si cele obtinute prin metoda propusa, la diverse rapoarte A/C, se obtine un fascicul de curbe hiperbolice, ce se regasesc in graficul din figura 4.2.

Curbele stabilite prin metoda proprie au avantajul ca se refera la o gama mult mai mare de betoane, introdusa prin parametrul  $\alpha$ , cat si in functie de tipul de agregat folosit, parametrul  $\gamma$ .

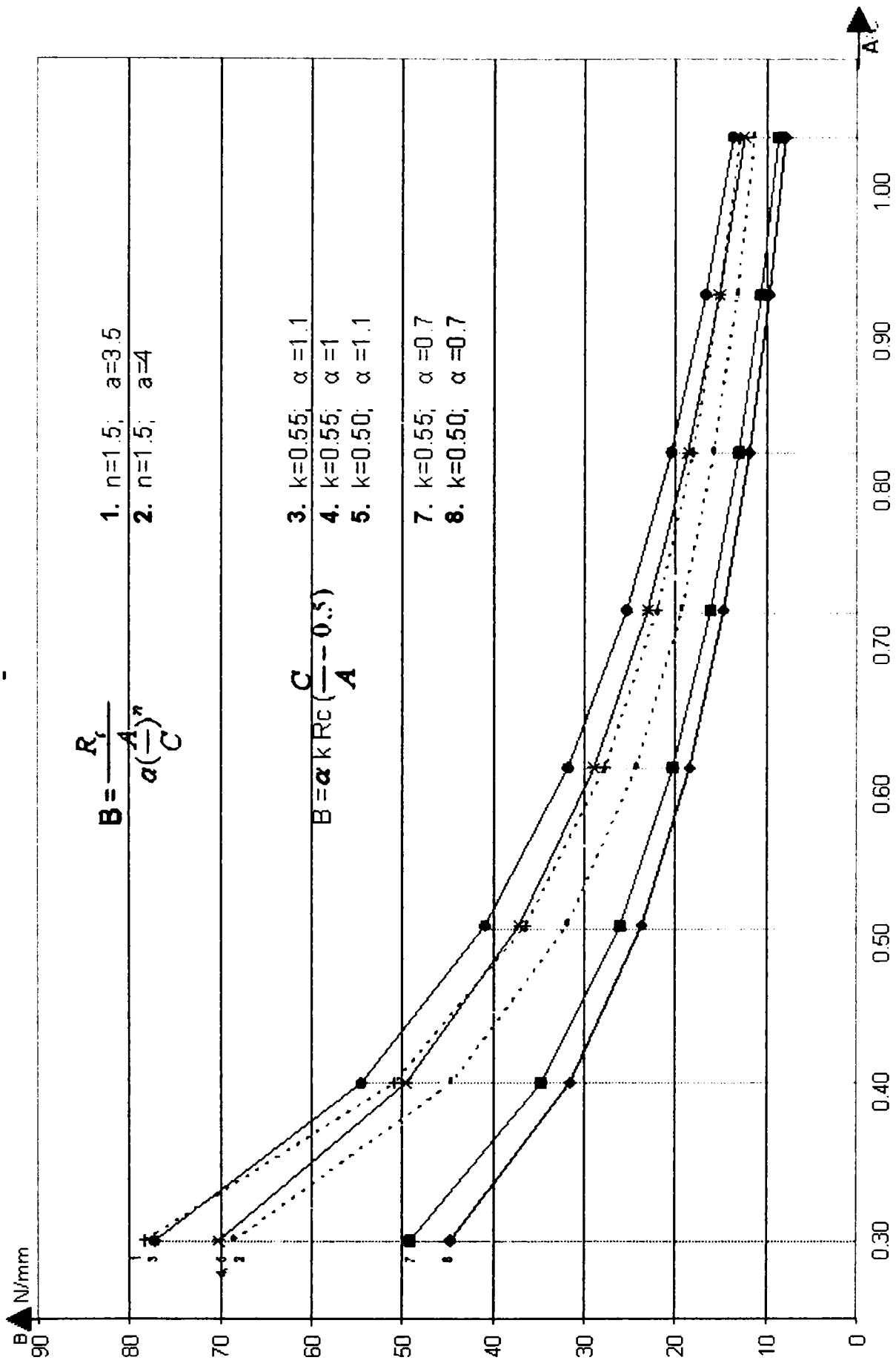


Fig. 4.2

In cazul betonului pentru pavaj B 500, relatia Beliaev devine:

$$\frac{A}{C} = \sqrt[1.5]{\frac{45}{3.5 \cdot 50}} = \sqrt[1.5]{0.257} = 0,40 \quad [4.9]$$

Dupa stabilirea cantitatii de apa si a raportului A/C, se determina dozajul preliminar de ciment (C') conform Normativului C 140 - 86, cu formula:

$$C' = \frac{A'}{\frac{A}{C}} \quad [\text{kg/m}^3] \quad [4.10]$$

Cantitatea de agregate in stare uscata (Ag') se determina cu formula:

$$Ag' = \rho_{ag} \left( 1000 - \frac{C'}{\rho_c} - A' - P \right) \quad [\text{kg/m}^3] \quad [4.11]$$

in care:

$\rho_{ag}$  - densitatea aparenta a agregatelor, cu valoarea  $2,7 \text{ kg/m}^3$  pentru roci silicioase de balastiera si granitice;

$\rho_c$  - densitatea cimentului, egala cu  $3,0 \text{ kg/m}^3$ ;

P - volumul de aer oclus, cu valorile:

$P = 20 \text{ dm}^3/\text{m}^3$ , daca nu se folosesc aditivi si

$P = 60 \text{ dm}^3/\text{m}^3$ , in cazul folosirii solutiei de Disan, cu diametrul maxim al agregatului de 16 mm.

Cantitatea de aditiv plastifiant utilizat se determina in conformitate cu instructiunile de utilizare a aditivului respectiv. Pentru aditivul Disan - A este Caietul de Sarcini nr. 4 din 1983, ce se regaseste si in Normativul C 140 - 86 [4.7].

Definitivarea compozitiei betonului se face prin incercari preliminare de laborator.

Pentru stabilirea compozitiei de baza, se prepara un amestec informativ de beton de minimum 30 litri, luand cantitatile de materiale calculate anterior.

Se urmareste apoi influenta tipului de agregat concasat folosit si a granulozitatii asupra rezistentelor mecanice, dar si a aspectului dalelor de pavaj.

### 3.2.2. CALCULUL RETETELOR

Pentru retete s-a plecat de la tipul de ciment P 45 (CEM I 42,5R) si clasa betonului B 500 (Bc 40).

- Dupa C 140/86

Din tabelul V.2.2.  $\frac{A}{C} = 0,39$

Lucrabilitatea < L2

Din tabelul V.2.4. pentru Bc 40  $A = 185 \text{ l/m}^3$

- Dupa Beliaev  $\frac{A}{C} = 0,40$  si  $B = 50,8 \text{ N/mm}^2$

- Metoda propusa pleaca de la urmatoarele constante:

- rezistenta (marca) betonului =  $50 \text{ N/mm}^2 = B$
- rezistenta (marca) cimentului =  $45 \text{ N/mm}^2 = R_c$
- $d_{\max} = 16 \text{ mm}$
- tasare =  $0,6 \text{ cm}$
- $\gamma = 1,2$  - coeficient pentru agregate din piatra sparta dublu concasata (criblura, mozaic)
- $k = 0,55$  - constanta pentru agregatul de concasaj
- $\alpha = 0,7$  - betoane obisnuite foarte vartoase

#### RETETA NR. 1.

- Dupa C 140 - 86

$$\Phi_{\max} = 16 \text{ mm}$$

$$A'_{\max} = 185 \text{ l/m}^3 + 10\% \text{ pentru piatra sparta} \\ + 10\% \text{ pentru agregate 0-16}$$

$$A' = 222 \text{ l/m}^3$$

$$C' = \frac{222}{0,39} = 570 \text{ kg/m}^3$$

$$A'_g = 2,7 \left( 1000 - \frac{570}{3} - 222 - 20 \right) = 1534 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho' = A' + C' + A'_g = 222 + 570 + 1534 = 2326 \text{ kg/m}^3$$

- Metoda propusa

$$A' = \left( 170 + \frac{50}{2} - \frac{300}{0,6+4} + 50 \frac{150}{1000} \right) \left( 0,84 + \frac{0,93}{\sqrt{16}} \right) 1,2$$

$$A' = 263 \text{ l/m}^3$$

$$\frac{A}{C} = 0,29$$

$$C' = \frac{263}{0,29} = 907 \text{ kg/m}^3$$

$$A'_g = 2,7 \left( 1000 - \frac{907}{3} - 263 - 20 \right) = 1120 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho'_b = 1120 + 907 + 263 = 2290 \text{ kg/m}^3$$

$$B' = 0,7 \times 0,55 \times 45 \left( \frac{907}{263} - 0,5 \right) = 51 \text{ N/mm}^2$$

- Reteta folosita real:

Ciment P 45 (CEM I 42,5 R).....	1000 kg/m <sup>3</sup>
Criblura 8-16.....	1000 kg/m <sup>3</sup>
Pigment galben – 15%.....	150 kg/m <sup>3</sup>
Apa.....	270 kg/m <sup>3</sup>

Rezistente: 1 zi: 380 daN/cm<sup>2</sup> (38,0 N/mm<sup>2</sup>)  
402 daN/cm<sup>2</sup> (40,2 N/mm<sup>2</sup>)

Media: 391 daN/cm<sup>2</sup> (39,1 N/mm<sup>2</sup>)

28 zile: 500 daN/cm<sup>2</sup> (50 N/mm<sup>2</sup>)  
580 daN/cm<sup>2</sup> (58 N/mm<sup>2</sup>)

Media: 540 daN/cm<sup>2</sup> (54 N/mm<sup>2</sup>)

## RETETA NR. 2.

- Dupa C 140 - 86

$$\Phi_{\max} = 16\text{mm}$$

$$A'_{\max} = 185 \text{ l/m}^3 + 10\% \text{ pentru piatra sparta} \\ + 10\% \text{ pentru agregate 0-16}$$

$$A' = 222 \text{ l/m}^3$$

$$C' = \frac{222}{0,39} = 570 \text{ kg/m}^3$$

$$A'_g = 2,7 \left( 1000 - \frac{570}{3} - 222 - 20 \right) = 1534 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho' = A' + C' + A'_g = 222 + 570 + 1534 = 2326 \text{ kg/m}^3$$

- Metoda propusa

$$A' = \left( 170 + \frac{50}{2} - \frac{300}{0,6+4} + 50 \frac{150}{1000} \right) \left( 0,84 + \frac{0,93}{\sqrt{16}} \right) 1,2$$

$$A' = 263 \text{ l/m}^3$$

$$\frac{A}{C} = 0,29$$

$$C' = \frac{263}{0,29} = 907 \text{ kg/m}^3$$

$$A'_g = 2,7 \left( 1000 - \frac{907}{3} - 263 - 20 \right) = 1120 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho'_b = 1120 + 907 + 263 = 2290 \text{ kg/m}^3$$

$$B' = 17,3 \left( \frac{907}{263} - 0,5 \right) = 51 \text{ N/mm}^2$$

- Reteta folosita real:

Ciment P 45 (CEM I 42,5 R) .....1000 kg/m<sup>3</sup>

Mozaic 8 – 16 mm.....1000 kg/m<sup>3</sup>

Pigment rosu – 15%.....150 kg/m<sup>3</sup>

Apa.....230 kg/m<sup>3</sup>

Rezistente: 1 zi: 370 daN/cm<sup>2</sup> (37,0 N/mm<sup>2</sup>)  
336 daN/cm<sup>2</sup> (33,6 N/mm<sup>2</sup>)

Media: 353 daN/cm<sup>2</sup> (35,3 N/mm<sup>2</sup>)

28 zile: 500 daN/cm<sup>2</sup> (50 N/mm<sup>2</sup>)  
470 daN/cm<sup>2</sup> (47 N/mm<sup>2</sup>)

Media: 485 daN/cm<sup>2</sup> (48,5 N/mm<sup>2</sup>)

S-a constatat ca dalele cu criblura au rezistente mai mari decat cele cu mozaic cu aceeasi granulometrie.

### RETETA NR. 3

- Dupa C 140 - 86

$$\Phi_{\max} = 8 \text{ mm}$$

$$A'_{\max} = 185 \text{ l/m}^3 + 10\% \text{ pentru piatra sparta} \\ + 20\% \text{ pentru agregate 0-8}$$

$$A' = 240 \text{ l/m}^3$$

$$C' = \frac{240}{0,39} = 615 \text{ kg/m}^3$$

$$A'_g = 2,7 \left( 1000 - \frac{615}{3} - 240 - 20 \right) = 1445 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho' = A' + C' + A'_g = 240 + 615 + 1445 = 2300 \text{ kg/m}^3$$

- Metoda propusa

$$A' = \left( 170 + \frac{50}{2} - \frac{300}{0,6+4} + 50 \frac{402+92}{1083} \right) \left( 0,84 + \frac{0,93}{\sqrt{16}} \right) 1,2$$

$$A' = 196 \text{ l/m}^3$$

$$\frac{A}{C} = 0,29$$



$$C' = \frac{196}{0,29} = 676 \text{ kg/m}^3$$

$$A'_g = 2,7 \left( 1000 - \frac{676}{3} - 196 - 20 \right) = 1509 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho'_b = 1509 + 676 + 196 = 2381 \text{ kg/m}^3$$

$$B' = 17,3 \left( \frac{676}{196} - 0,5 \right) = 51 \text{ N/mm}^2$$

- Reteta folosita real:

Ciment P 45 (CEM I 42,5 R).....615 kg/m<sup>3</sup>

Nisip 0 – 3.....402 kg/m<sup>3</sup>

Criblura 3 – 8 mm.....1083 kg/m<sup>3</sup>

Pigment rosu – 15%.....92 kg/m<sup>3</sup>

Apa.....230 kg/m<sup>3</sup>

Rezistente: 1 zi: 330 daN/cm<sup>2</sup> (33 N/mm<sup>2</sup>)  
320 daN/cm<sup>2</sup> (32 N/mm<sup>2</sup>)

Media: 325 daN/cm<sup>2</sup> (32,5 N/mm<sup>2</sup>)

28 zile: 483 daN/cm<sup>2</sup> (48,3 N/mm<sup>2</sup>)  
533 daN/cm<sup>2</sup> (53,3 N/mm<sup>2</sup>)

Media: 508 daN/cm<sup>2</sup> (50,8 N/mm<sup>2</sup>)

#### **RETETA NR. 4**

- Dupa C 140 - 86

$$\Phi_{\max} = 16\text{mm}$$

$$A'_{\max} = 185 \text{ l/m}^3 + 10\% \text{ pentru piatra sparta} \\ + 10\% \text{ pentru agregate 0-16}$$

$$A' = 222 \text{ l/m}^3$$

$$C' = \frac{222}{0,39} = 570 \text{ kg/m}^3$$

$$A'_g = 2,7 \left( 1000 - \frac{570}{3} - 222 - 20 \right) = 1534 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho' = A' + C' + A'_g = 222 + 570 + 1534 = 2326 \text{ kg/m}^3$$

- Metoda propusa

$$A' = \left( 170 + \frac{50}{2} - \frac{300}{0,6+4} + 50 \frac{402+92}{1083} \right) \left( 0,84 + \frac{0,93}{\sqrt{16}} \right) 1,2$$

$$A' = 196 \text{ l/m}^3$$

$$\frac{A}{C} = 0,29$$

$$C' = \frac{196}{0,29} = 676 \text{ kg/m}^3$$

$$A'_g = 2,7 \left( 1000 - \frac{676}{3} - 196 - 20 \right) = 1509 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho'_b = 1509 + 676 + 196 = 2381 \text{ kg/m}^3$$

$$B' = 17,3 \left( \frac{676}{196} - 0,5 \right) = 51 \text{ N/mm}^2$$

- Reteta folosita real:

Ciment P 45 (CEM I 42,5 R).....	615 kg/m <sup>3</sup>
Nisip 0 – 3.....	402 kg/m <sup>3</sup>
Criblura 8 – 16 mm.....	1083 kg/m <sup>3</sup>
Pigment rosu – 15%.....	92 kg/m <sup>3</sup>
Apa.....	230 kg/m <sup>3</sup>

Rezistente: 1 zi:      371 daN/cm<sup>2</sup> (37,1 N/mm<sup>2</sup>)  
                                  358 daN/cm<sup>2</sup> (35,8 N/mm<sup>2</sup>)

Media: 365 daN/cm<sup>2</sup> (36,5 N/mm<sup>2</sup>)

$$28 \text{ zile: } 573 \text{ daN/cm}^2 (57,3 \text{ N/mm}^2)$$

$$549 \text{ daN/cm}^2 (54,9 \text{ N/mm}^2)$$

$$\text{Media: } 561 \text{ daN/cm}^2 (56,1 \text{ N/mm}^2)$$

S-a constatat ca dalele cu criblura 8 – 16 mm au rezistente mai mari decat cele cu criblura 3 – 8.

### RETETA NR. 5

- Dupa C 140 - 86

$$\Phi_{\max} = 16\text{mm}$$

$$A'_{\max} = 185 \text{ l/m}^3 + 10\% \text{ pentru piatra sparta}$$

$$+ 10\% \text{ pentru agregate 0-16}$$

$$A' = 222 \text{ l/m}^3$$

$$C' = \frac{222}{0,39} = 570 \text{ kg/m}^3$$

$$A'_g = 2,7 \left( 1000 - \frac{570}{3} - 222 - 20 \right) = 1534 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho' = A' + C' + A'_g = 222 + 570 + 1534 = 2326 \text{ kg/m}^3$$

- Metoda propusa

$$A' = \left( 170 + \frac{50}{2} - \frac{300}{0,6+4} + 50 \frac{402+92}{1083} \right) \left( 0,84 + \frac{0,93}{\sqrt{16}} \right) 1,2$$

$$A' = 196 \text{ l/m}^3$$

$$\frac{A}{C} = 0,29$$

$$C' = \frac{196}{0,29} = 676 \text{ kg/m}^3$$

$$A'_g = 2,7 \left( 1000 - \frac{676}{3} - 196 - 20 \right) = 1509 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho'_b = 1509 + 676 + 196 = 2381 \text{ kg/m}^3$$

$$B' = 17,3 \left( \frac{676}{196} - 0,5 \right) = 51 \text{ N/mm}^2$$

- Reteta folosita real:

Ciment P 45 (CEM I 42,5 R).....	615 kg/m <sup>3</sup>
Nisip 0 – 3.....	402 kg/m <sup>3</sup>
Mozaic 3 – 8 mm.....	441 kg/m <sup>3</sup>
Mozaic 8 – 16 mm.....	642 kg/m <sup>3</sup>
Pigment rosu – 15%.....	92 kg/m <sup>3</sup>
Apa.....	230 kg/m <sup>3</sup>

Rezistente: 1 zi: 384 daN/cm<sup>2</sup> (38,4 N/mm<sup>2</sup>)  
386 daN/cm<sup>2</sup> (38,6 N/mm<sup>2</sup>)

Media: 385 daN/cm<sup>2</sup> (38,5 N/mm<sup>2</sup>)

28 zile: 542 daN/cm<sup>2</sup> (54,2 N/mm<sup>2</sup>)  
504 daN/cm<sup>2</sup> (50,4 N/mm<sup>2</sup>)

Media: 523 daN/cm<sup>2</sup> (52,3 N/mm<sup>2</sup>)

### **RETETA NR. 6**

Pentru o buna rezistenta la inghet – dezghet, s-a introdus in masa betonului Disan A, sol. 20 %, in conformitate cu Normativul C 140 - 86, reducandu-se cantitatea de apa.

- Dupa C 140 - 86

$$\Phi_{\max} = 16\text{mm}$$

$$A'_{\max} = 185 \text{ l/m}^3 + 10\% \text{ pentru piatra sparta} \\ + 10\% \text{ pentru agregate 0-16} \\ - 10 \% \text{ folosind aditiv Disan}$$

$$A' = 203 \text{ l/m}^3$$

$$C' = \frac{203}{0,39} = 520 \text{ kg/m}^3$$

$$A'_g = 2,7 \left( 1000 - \frac{520}{3} - 203 - 60 \right) = 1523 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho' = A' + C' + A'_g = 203 + 520 + 1523 = 2246 \text{ kg/m}^3$$

- Metoda propusa

$$A' = (170 + \frac{50}{2} - \frac{300}{0,6+3} + 50 \frac{505}{1125})(0,84 + \frac{0,93}{\sqrt{16}})1,2$$

$$A' = 172 \text{ l/m}^3$$

$$\frac{A}{C} = 0,29$$

$$C' = \frac{172}{0,29} = 593 \text{ kg/m}^3$$

$$A'_g = 2,7 ( 1000 - \frac{593}{3} - 172 - 60) = 1542 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho'_b = 1542 + 593 + 172 = 2307 \text{ kg/m}^3$$

$$B' = 17,3 ( \frac{593}{172} - 0,5) = 51 \text{ N/mm}^2$$

- Reteta folosita real:

Ciment P 45 (CEM I 42,5 R).....	615 kg/m <sup>3</sup>
Nisip 0 – 3.....	413 kg/m <sup>3</sup>
Mozaic 8 – 16 mm.....	1125 kg/m <sup>3</sup>
Pigment rosu – 15%.....	92 kg/m <sup>3</sup>
Disan A, sol. 20%.....	7 l/m <sup>3</sup>
Apa.....	170 kg/m <sup>3</sup>

Rezistente: 1 zi: 280 daN/cm<sup>2</sup> (28,0 N/mm<sup>2</sup>)

2 zile: 366 daN/cm<sup>2</sup> (36,6 N/mm<sup>2</sup>)

28 zile 500 daN/cm<sup>2</sup> (50,0 N/mm<sup>2</sup>)  
470 daN/cm<sup>2</sup> (47,0 N/mm<sup>2</sup>)

Media: 485 daN/cm<sup>2</sup> (48,5 N/mm<sup>2</sup>)

## RETETA NR. 7

- Dupa C 140 - 86

$$\Phi_{\max} = 16\text{mm}$$

$$A'_{\max} = 185 \text{ l/m}^3 + 10\% \text{ pentru piatra sparta} \\ + 10\% \text{ pentru agregate 0-16} \\ - 10\% \text{ folosind aditiv Disan}$$

$$A' = 203 \text{ l/m}^3$$

$$C' = \frac{203}{0,39} = 520 \text{ kg/m}^3$$

$$A'_g = 2,7 \left( 1000 - \frac{520}{3} - 203 - 60 \right) = 1523 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho' = A' + C' + A'_g = 203 + 520 + 1523 = 2246 \text{ kg/m}^3$$

- Metoda propusa

$$A' = \left( 170 + \frac{50}{2} - \frac{300}{0,6+3} + 50 \frac{505}{1125} \right) \left( 0,84 + \frac{0,93}{\sqrt{16}} \right) 1,2$$

$$A' = 172 \text{ l/m}^3$$

$$\frac{A}{C} = 0,29$$

$$C' = \frac{172}{0,29} = 593 \text{ kg/m}^3$$

$$A'_g = 2,7 \left( 1000 - \frac{593}{3} - 172 - 60 \right) = 1542 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho'_b = 1542 + 593 + 172 = 2307 \text{ kg/m}^3$$

$$B' = 17,3 \left( \frac{593}{172} - 0,5 \right) = 51 \text{ N/mm}^2$$

- Reteta folosita real:

Ciment P 45 (CEM I 42,5 R).....	615 kg/m <sup>3</sup>
Nisip 0 – 3.....	468 kg/m <sup>3</sup>
Criblura 8 – 16 mm.....	1125 kg/m <sup>3</sup>
Pigment negru – 6%.....	37 kg/m <sup>3</sup>
Disan A, sol. 20%.....	7 l/m <sup>3</sup>
Apa.....	170 kg/m <sup>3</sup>

Rezistente: 1 zi: 342 daN/cm<sup>2</sup> (34,2 N/mm<sup>2</sup>)  
380 daN/cm<sup>2</sup> (38,0 N/mm<sup>2</sup>)

Media: 361 daN/cm<sup>2</sup> (36,1 N/mm<sup>2</sup>)

28 zile: 528 daN/cm<sup>2</sup> (52,8 N/mm<sup>2</sup>)  
500 daN/cm<sup>2</sup> (50,0 N/mm<sup>2</sup>)

Media: 514 daN/cm<sup>2</sup> (51,4 N/mm<sup>2</sup>)

Tinand cont de rezultatele de mai sus, coroborate cu aspectul cat mai frumos al dalelor, s-a incercat combinarea criblurii cu mozaicul in urmatoarele retete:

### **RETETA NR. 8**

- Dupa C 140 - 86

$$\Phi_{\max} = 16\text{mm}$$

$$A'_{\max} = 185 \text{ l/m}^3 + 10\% \text{ pentru piatra sparta} \\ + 10\% \text{ pentru agregate 0-16} \\ - 10\% \text{ folosind aditiv Disan}$$

$$A' = 203 \text{ l/m}^3$$

$$C' = \frac{203}{0,39} = 520 \text{ kg/m}^3$$

$$A'_g = 2,7 \left( 1000 - \frac{520}{3} - 203 - 60 \right) = 1523 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho' = A' + C' + A'_g = 203 + 520 + 1523 = 2246 \text{ kg/m}^3$$

- Metoda propusa

$$A' = \left( 170 + \frac{50}{2} - 0,6 + \frac{300}{3} + 50 \frac{505}{1090} \right) \left( 0,84 + \frac{0,93}{\sqrt{16}} \right) 1,2$$

$$A' = 173 \text{ l/m}^3$$

$$\frac{A'}{C} = 0,29$$

$$C' = \frac{173}{0,29} = 597 \text{ kg/m}^3$$

$$A'_g = 2,7 \left( 1000 - \frac{597}{3} - 173 - 60 \right) = 1534 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho'_b = 1534 + 597 + 173 = 2304 \text{ kg/m}^3$$

$$B' = 17,3 \left( \frac{597}{173} - 0,5 \right) = 51 \text{ N/mm}^2$$

- Reteta folosita real:

Ciment P 45 (CEM I 42,5 R).....	615 kg/m <sup>3</sup>
Nisip 0 – 3.....	425 kg/m <sup>3</sup>
Criblura 3 – 8 mm.....	545 kg/m <sup>3</sup>
Mozaic 8 – 16 mm.....	545 kg/m <sup>3</sup>
Pigment rosu – 13%.....	80 kg/m <sup>3</sup>
Disan A, sol. 20%.....	7 l/m <sup>3</sup>
Apa.....	170 kg/m <sup>3</sup>

Rezistente: 1 zi:      302 daN/cm<sup>2</sup> (30,2 N/mm<sup>2</sup>)  
                                  328 daN/cm<sup>2</sup> (32,8 N/mm<sup>2</sup>)

Media: 315 daN/cm<sup>2</sup> (31,5 N/mm<sup>2</sup>)



$$7 \text{ zile: } 435 \text{ daN/cm}^2 (43,5 \text{ N/mm}^2)$$

$$465 \text{ daN/cm}^2 (46,5 \text{ N/mm}^2)$$

$$\text{Media: } 450 \text{ daN/cm}^2 (45 \text{ N/mm}^2)$$

$$28 \text{ zile: } 487 \text{ daN/cm}^2 (48,7 \text{ N/mm}^2)$$

$$533 \text{ daN/cm}^2 (53,3 \text{ N/mm}^2)$$

$$\text{Media: } 510 \text{ daN/cm}^2 (51 \text{ N/mm}^2)$$

### RETETA NR. 9

- Dupa C 140 - 86

$$\Phi_{\max} = 16 \text{ mm}$$

$$A'_{\max} = 185 \text{ l/m}^3 + 10\% \text{ pentru piatra sparta}$$

$$+ 10\% \text{ pentru agregate 0-16}$$

$$- 10\% \text{ folosind aditiv Disan}$$

$$A' = 203 \text{ l/m}^3$$

$$C' = \frac{203}{0,39} = 520 \text{ kg/m}^3$$

$$A'_g = 2,7 \left( 1000 - \frac{520}{3} - 203 - 60 \right) = 1523 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho' = A' + C' + A'_g = 203 + 520 + 1523 = 2246 \text{ kg/m}^3$$

- Metoda propusa

$$A' = \left( 170 + \frac{50}{2} - \frac{300}{0,6+3} + 50 \frac{505}{1090} \right) \left( 0,84 + \frac{0,93}{\sqrt{16}} \right) 1,2$$

$$A' = 173 \text{ l/m}^3$$

$$\frac{A}{C} = 0,29$$

$$C' = \frac{173}{0,29} = 597 \text{ kg/m}^3$$

$$A'_g = 2,7 \left( 1000 - \frac{597}{3} - 173 - 60 \right) = 1534 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho'_b = 1534 + 597 + 173 = 2304 \text{ kg/m}^3$$

$$B' = 17,3 \left( \frac{597}{173} - 0,5 \right) = 51 \text{ N/mm}^2$$

- Reteta folosita real:

Ciment P 45 (CEM I 42,5 R).....	615 kg/m <sup>3</sup>
Nisip 0 – 3.....	425 kg/m <sup>3</sup>
Mozaic 3 – 8 mm.....	325 kg/m <sup>3</sup>
Criblura 8 – 16 mm.....	765 kg/m <sup>3</sup>
Pigment galben – 13%.....	80 kg/m <sup>3</sup>
Disan A, sol. 20%.....	7 l/m <sup>3</sup>
Apa.....	170 kg/m <sup>3</sup>

Rezistente: 1 zi: 381 daN/cm<sup>2</sup> (38,1 N/mm<sup>2</sup>)  
 400 daN/cm<sup>2</sup> (40,0 N/mm<sup>2</sup>)

Media: 390 daN/cm<sup>2</sup> (39 N/mm<sup>2</sup>)

7 zile: 462 daN/cm<sup>2</sup> (46,2 N/mm<sup>2</sup>)  
 486 daN/cm<sup>2</sup> (48,6 N/mm<sup>2</sup>)

Media: 474 daN/cm<sup>2</sup> (47,4 N/mm<sup>2</sup>)

28 zile: 532 daN/cm<sup>2</sup> (53,2 N/mm<sup>2</sup>)  
 578 daN/cm<sup>2</sup> (57,8 N/mm<sup>2</sup>)

Media: 555 daN/cm<sup>2</sup> (55,5 N/mm<sup>2</sup>)

### RETETA NR. 10

- Dupa C 140 - 86

$$\Phi_{\max} = 16\text{mm}$$

$$A'_{\max} = 185 \text{ l/m}^3 + 10\% \text{ pentru piatra sparta} \\ + 10\% \text{ pentru agregate 0-16} \\ - 10\% \text{ folosind aditiv Disan}$$

$$A' = 203 \text{ l/m}^3$$

$$C' = \frac{203}{0,39} = 520 \text{ kg/m}^3$$

$$A'_g = 2,7 \left( 1000 - \frac{520}{3} - 203 - 60 \right) = 1523 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho' = A' + C' + A'_g = 203 + 520 + 1523 = 2246 \text{ kg/m}^3$$

- Metoda propusa

$$A' = \left( 170 + \frac{50}{2} - \frac{300}{0,6+3} + 50 \frac{505}{1090} \right) \left( 0,84 + \frac{0,93}{\sqrt{16}} \right) 1,2$$

$$A' = 173 \text{ l/m}^3$$

$$\frac{A}{C} = 0,29$$

$$C' = \frac{173}{0,29} = 597 \text{ kg/m}^3$$

$$A'_g = 2,7 \left( 1000 - \frac{597}{3} - 173 - 60 \right) = 1534 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho'_b = 1534 + 597 + 173 = 2304 \text{ kg/m}^3$$

$$B' = 17,3 \left( \frac{597}{173} - 0,5 \right) = 51 \text{ N/mm}^2$$

- Reteta folosita real:

Ciment P 45 (CEM I 42,5 R).....	615 kg/m <sup>3</sup>
Nisip 0 – 3.....	465 kg/m <sup>3</sup>
Criblura 3 – 8 mm.....	325 kg/m <sup>3</sup>
Criblura 8 –16 mm.....	765 kg/m <sup>3</sup>
Pigment negru – 6,5%.....	40 kg/m <sup>3</sup>
Disan A, sol. 20%.....	7 l/m <sup>3</sup>
Apa.....	170 kg/m <sup>3</sup>

Rezistente: 1 zi: 415 daN/cm<sup>2</sup> (41,5 N/mm<sup>2</sup>)  
449 daN/cm<sup>2</sup> (44,9 N/mm<sup>2</sup>)

Media: 432 daN/cm<sup>2</sup> (43,2 N/mm<sup>2</sup>)

7 zile: 490 daN/cm<sup>2</sup> (49 N/mm<sup>2</sup>)  
500 daN/cm<sup>2</sup> (50 N/mm<sup>2</sup>)

Media: 495 daN/cm<sup>2</sup> (49,5 N/mm<sup>2</sup>)

28 zile: 565 daN/cm<sup>2</sup> (56,5 N/mm<sup>2</sup>)  
611 daN/cm<sup>2</sup> (61,1 N/mm<sup>2</sup>)

Media: 588 daN/cm<sup>2</sup> (58,8 N/mm<sup>2</sup>)

Rezultatele de mai sus fiind considerate foarte bune, aceste retete au ramas definitive, (retetele 8, 9 si 10).

Valorile determinate pentru fiecare reteta in parte sunt date in tabelele 4.4. si 4.5.

\* reprezinta valorile corespunzatoare formulei teoretice prezentate in **teza de doctorat**.

Tabel 4.4.

Retea	Agregate [kg/m <sup>3</sup> ]				Apa [l/m <sup>3</sup> ]		A/C			Ciment [kg/m <sup>3</sup> ]		Disan	Rezistenta beton [N/mm <sup>2</sup> ]					
	sol	cantitate folosit	cantitate totala	cantitate calculata		calculata	folosit	calculat			folosit		calculata	*	obtinut			
				C140	*			C140	Beliaev	*		C140				*		
1	Cr. 8-16	1000	1150	1534	1120	222	263	270	0.39	0.40	0.29	0.27	570	907	1000	-	51	54.0
	PG 15%	150																
2	Mo. 8-16	1000	1150	1534	1120	222	263	230	0.39	0.40	0.29	0.23	570	907	1000	-	51	48.5
	PR 15%	150																
3	Ni. 0-3	402	1577	1445	1509	240	196	230	0.39	0.40	0.29	0.37	615	676	615	-	51	50.8
	Cr. 3-8 PR 15%	1083 92																
4	Ni. 0-3	402	1577	1534	1509	222	196	230	0.39	0.40	0.29	0.37	570	676	615	-	51	56.1
	Cr. 8-16 PR 15%	1083 92																
5	Ni. 0-3	402																
	Mo. 3-8	441																
6	Mo. 8-16	642	1577	1534	1509	222	196	230	0.39	0.40	0.29	0.37	570	676	615	-	51	52.3
	PR 15%	92																
7	Ni. 0-3	413	1630	1523	1542	203	172	170	0.39	0.40	0.29	0.28	520	593	615	7	51	48.5
	Mo. 8-16 PR 15%	1125 92																
8	Ni. 0-3	468	1630	1523	1542	203	172	170	0.39	0.40	0.29	0.28	520	593	615	7	51	51.4
	Cr. 8-16 PN 6%	1125 37																
9	Ni. 0-3	425	1523	1523	1534	203	173	170	0.39	0.40	0.29	0.28	520	597	615	7	51	51.0
	Cr. 3-8	545																
10	Mo. 3-8	325	1523	1523	1534	203	173	170	0.39	0.40	0.29	0.28	520	597	615	7	51	55.5
	Cr. 8-16 PG 13%	765 80																
10	Ni. 0-3	465	1523	1523	1534	203	173	170	0.39	0.40	0.29	0.28	520	597	615	7	51	58.8
	Cr. 3-8 Cr. 8-16 PN 6.5%	325 765 40																

Tabel 4.5.

Reteta	Agregate [kg/m <sup>3</sup> ]		Apa [l/m <sup>3</sup> ]		A/C			Ciment [kg/m <sup>3</sup> ]		Disan Sol 20% folosit [l/m <sup>3</sup> ]	Densitate beton [kg/m <sup>3</sup> ]		Rezistenia beton [N/mm <sup>2</sup> ]							
	cantit folosita	cantitate calculata	calculata		folosita real	calculat		folosit real	C140		*	calculata	obtinua real	Believ	*	obtinua real				
			C140	*		C140	*			C140							*			
1	1150	1534	1120	222	263	270	0.39	0.40	0.29	0.27	570	907	1000	-	2326	2290	2420	50.8	51	54.0
2	1150	1534	1120	222	263	230	0.39	0.40	0.29	0.23	570	907	1000	-	2326	2290	2380	50.8	51	48.5
3	1577	1445	1509	240	196	230	0.39	0.40	0.29	0.37	615	676	615	-	2300	2381	2422	50.8	51	50.8
4	1577	1534	1509	222	196	230	0.39	0.40	0.29	0.37	570	676	615	-	2326	2381	2422	50.8	51	56.1
5	1577	1534	1509	222	196	230	0.39	0.40	0.29	0.37	570	676	615	-	2326	2381	2422	50.8	51	52.3
6	1630	1523	1542	203	172	170	0.39	0.40	0.29	0.28	520	593	615	7	2246	2307	2415	50.8	51	48.5
7	1630	1523	1542	203	172	170	0.39	0.40	0.29	0.28	520	593	615	7	2246	2307	2415	50.8	51	51.4
8	1595	1523	1534	203	173	170	0.39	0.40	0.29	0.28	520	597	615	7	2246	2304	2380	50.8	51	51.0
9	1595	1523	1534	203	173	170	0.39	0.40	0.29	0.28	520	597	615	7	2246	2304	2380	50.8	51	55.5
10	1595	1523	1534	203	173	170	0.39	0.40	0.29	0.28	520	597	615	7	2246	2304	2380	50.8	51	58.8

Din tabelul 4.5 se trag urmatoarele concluzii :

In ceea ce priveste **stabilirea compozitiei**, se constata urmatoarele :

- cantitatea de apa stabilita prin formula propusa este foarte apropiata de cea utilizata in mod real, mai ales pentru retetele 8, 9 si 10,
- cantitatea de ciment dedusa prin formula propusa in teza este mai apropiata de cea folosita in mod real, comparativ cu Normativul C 140, dar mai mica cu aproximativ 3% fata de cea reala,
- raportul A/C rezultat prin calculul valorilor de mai sus, rezulta usor mai mare fata de cel real folosit,
- cantitatea de agregate rezulta de asemenea ceva mai mica fata de cea reala (cu 4,5%), dar cu mult mai apropiata de realitate, fata de Normativul C 140.

**Caracteristicile mecanice** ale betonului intarit, (densitatea si rezistenta la compresiune), calculate prin metoda propusa in teza de doctorat, rezulta de asemenea apropiate fata de valorile obtinute experimental :

- densitatea betoanelor folosite in dalele de pavaj este cu circa 3% mai mare, fata de cea rezultata prin calcul,
- rezistenta la compresiune, obtinuta prin calcul, este usor inferioara celei experimentale si acest lucru este datorat cantitatii mai mari de ciment folosite in mod real, fata de compozitia calculata.

In afara de determinarea rezistentelor la compresiune, s-au mai facut si alte determinari pe betonul din retete 8, care are rezistenta cea mai mica dintre retetele definitive.

Rezistenta la uzura s-a facut pe cuburi de 10 x 10 x 10 cm, conform STAS 5501 – 81 [4.19], sub forma pierderii in grosime.

$$U = l_0 - l_f \quad \text{unde: } l_0 - \text{grosimea initiala,} \\ l_f - \text{grosimea dupa uzura}$$

Cuburile de beton, la varsta de 28 de zile, au fost masurate si apoi introduse in aparatul Böhme. Dupa fiecare 110 rotatii, cuburile au fost rotite cu cate 90°, astfel incat la terminarea celor 440 rotatii, suprafata sa fie uniform supusa uzurii. Grosimea s-a masurat in mai multe puncte si s-a determinat o grosime medie. Prin diferente intre grosimea initiala si grosimea medie dupa uzura, s-a determinat uzura pentru fiecare cub. Gradul de uzura este media aritmetica a celor 3 determinari:

$$U_1 = 100 - 99,3 = 0,7\text{mm}$$

$$U_2 = 99,9 - 99,0 = 0,9\text{mm}$$

$$U_3 = 99,7 - 98,9 = 0,8\text{mm}$$

$$U_m = 0,8\text{mm}$$

Betonul folosit la dalele de pavaj a fost incercat la inghet-dezghet repetat:

S-au turnat 10 cuburi de 10 x 10 x 10 cm, care au fost supuse la gelivitate, la 20 de cicluri de inghet – dezghet, tinandu-se 24 de ore in frigider la -17°C si 24 de ore in apa la temperatura obisnuita din laborator, si alte trei cuburi tinute pentru proba martor.

Rezistentele celor 3 cuburi martor au fost:

$$\text{I } 510 \text{ daN/cm}^2 (51,0 \text{ N/mm}^2)$$

$$\text{II } 503 \text{ daN/cm}^2 (50,3 \text{ N/mm}^2)$$

$$\text{III } 505 \text{ daN/cm}^2 (50,5 \text{ N/mm}^2)$$

$$\text{Media: } 506 \text{ daN/cm}^2 (50,6 \text{ N/mm}^2)$$



Rezistentele celor 10 cuburi supuse gelivitatii au fost:

1. 485 daN/cm<sup>2</sup> (48,5 N/mm<sup>2</sup>)
2. 488 daN/cm<sup>2</sup> (48,8 N/mm<sup>2</sup>)
3. 385 daN/cm<sup>2</sup> (38,5 N/mm<sup>2</sup>)
4. 518 daN/cm<sup>2</sup> (51,8 N/mm<sup>2</sup>)
5. 495 daN/cm<sup>2</sup> (49,5 N/mm<sup>2</sup>)
6. 375 daN/cm<sup>2</sup> (37,5 N/mm<sup>2</sup>)
7. 503 daN/cm<sup>2</sup> (50,3 N/mm<sup>2</sup>)
8. 448 daN/cm<sup>2</sup> (44,8 N/mm<sup>2</sup>)
9. 503 daN/cm<sup>2</sup> (50,3 N/mm<sup>2</sup>)
10. 465 daN/cm<sup>2</sup> (46,5 N/mm<sup>2</sup>)

Media: 466,5 daN/cm<sup>2</sup> (46,65 N/mm<sup>2</sup>)

Aceasta valoare reprezinta 7,8 % pierdere prin gelivitate, fata de valoarea admisa de STAS 3518 – 89 de 10% [4.2].

S-a determinat apoi gradul de impermeabilitate a probelor de beton, conform STAS 3519 – 76 [4.3].

S-au turnat sase cuburi din beton de 14 x 14 x 14 cm, conform STAS 1275 – 88 [4.1], care, dupa decofrare, au fost pastrate 7 zile in apa la temperatura de 20 ± 2°C si 21 de zile in laborator, conform STAS 3519 – 76 [4.3].

Cuburile au fost montate pe aparat si supuse la o presiune de 2 daN/cm<sup>2</sup> timp de 2 zile. In ziua a treia, presiunea a crescut la 4 daN/cm<sup>2</sup>, in ziua a patra presiunea apei a fost de 4 daN/cm<sup>2</sup>, iar in ziua a cincea, presiunea a fost de 8 daN/cm<sup>2</sup>.

Dupa cinci zile, cuburile au fost scoase din aparat si s-a observat ca nu sunt infiltratii de apa pe fata opusa presiunii apei.

Cuburile au fost incercate la compresiune pana la spargere si, in sectiune, s-a masurat nivelul maxim pana la care apa s-a ridicat prin infiltratie in masa betonului. Rezultatele au fost cele din tabelul 4.6.

Tabelul 4.6.

Proba	H <sub>apa</sub> (cm)
1.	4,1
2.	3,1
3.	3,7
4.	4,8
5.	3,6
6.	2,5
Media	3,6

Betonul a fost conform cerintelor de B 500 (C 32/40) si P<sub>8</sub><sup>10</sup>.

### 3. VERIFICARI TEHNOLOGICE IN DIVERSE FAZE DE FABRICATIE

In cursul procesului tehnologic, pe faze de fabricatie, se fac determinari privind:

- agregatul;
- aditivul;
- betonul proaspat;
- betonul intarit.

3.3.1. Agregatul s-a verificat la inceputul fiecarui schimb. S-a analizat zilnic:

- umiditatea sorturilor;
- granulozitatea fiecarui sort;
- granulozitatea pentru amestec.

Determinarile s-au facut conform STAS 4606 – 80 [4.20].

3.3.2. Aditivul. S-a verificat concentratia solutiei prin determinarea densitatii acesteia cu ajutorul unui densimetru.

3.3.3. Betonul proaspat. S-au verificat:

- densitatea aparenta s-a verificat de 2 ori pe schimb,
- tesarea s-a verificat la inceputul fiecarui schimb.

Aceste verificari s-au facut conform STAS 1759 – 88 [4.18].

3.3.4 Betonul intarit. La betonul intarit, in fiecare schimb, s-au luat probe pentru determinarea rezistentei la compresiune. Astfel s-a stabilit timpul de atingere a rezistentei minime necesare la slefuire, determinata conform STAS 1275 – 88 [4.1].

La fiecare lot s-au luat probe pentru:

- rezistenta la compresiune pentru determinarea timpului de atingere a rezistentei de livrare,
- determinarea marcii betonului.

Aceste determinari s-au facut conform STAS 1275 – 88 [4.1].

### 3.4. CONTROLUL DE CALITATE

Controlul de calitate se refera la verificarea dimensiunilor dalelor de pavaj si a aspectului lor.

Verificarea calitatii dalelor s-a facut pe loturi de produse. Lotul de fabricatie cuprindea dale cu aceeasi reteta si cu acelasi model, dar nu mai mult de productia a 7 zile consecutive.

Verificarea dimensiunilor si a aspectului s-a facut la fiecare lot stabilit prin control statistic, conform STAS 3160/1 – 84 [4.21].

Verificarea dimensionala s-a facut cu sabloane de maxim si minim, conform STAS 6657/2 – 88 [4.13].

Verificarea aspectului s-a facut prin comparatie cu dalele etalon stabilite.

Prin autocontrol s-a facut verificarea aspectului dalelor, bucata cu bucata, in doua etape:

- la minim 24 de ore de la confectionare, inainte de slefuire, separandu-se dalele necorespunzatoare,

- dupa slefuire, cand s-a verificat vizual, aspectul fetei slefuite.

La fiecare lot s-a verificat marca betonului, conform STAS 1275 – 88 [4.1]. Verificarile s-au facut pe epruvete, care s-au prelevat din sarjele de beton, compacte prin vibrare pe masa vibranta de laborator.

Controlorii CTC au completat certificatele de calitate care au insotit fiecare lot de livrare. Certificatele de calitate s-au intocmit in conformitate cu prevederile STAS 6657/1 – 88 [4.22], pentru elemente prefabricate.

#### 4. COMPORTAREA IN TIMP

Din vara anului 1989, cand au fost fabricate si montate, peste aceste dale s-a circulat in permanenta, atat pietonal cat si cu masinile care fac aprovizionarea magazinelor din Piata Victoriei. Mai mult chiar, in Decembrie 1989 s-a trecut cu TAB-urile peste ele si dalele au rezistat, fara sa se sparga nici una, (foto 6 si 7).

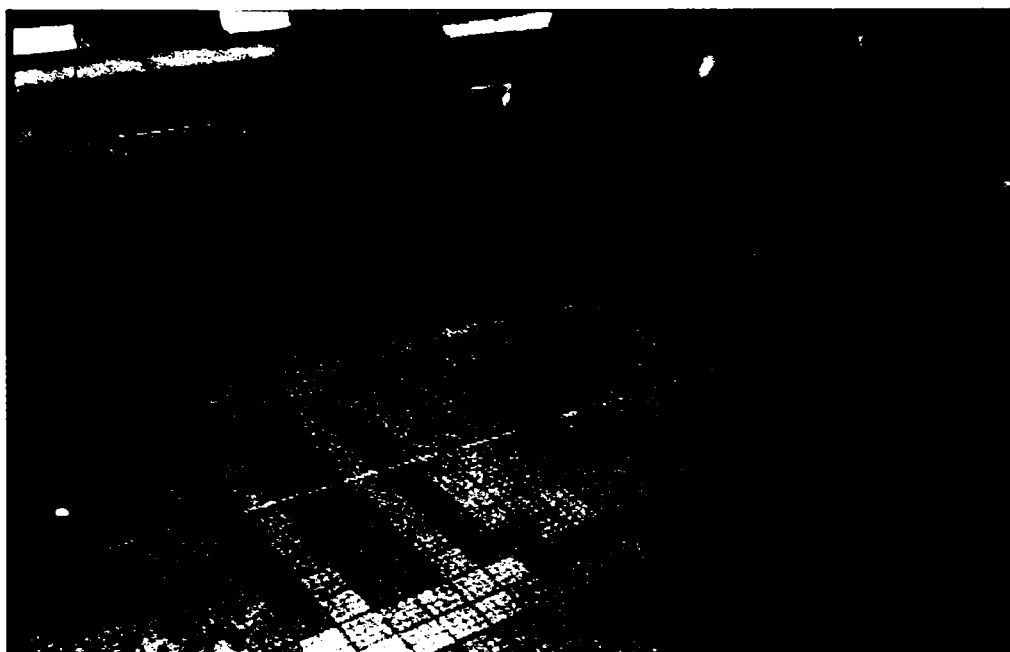


Foto 6



Foto 7

De-a lungul anilor, dalele au fost supuse la tot felul de incercari: calduri mari – vara; vant, ploi, zapezi si temperaturi mult sub 0°C. Si ele au rezistat.

Putinele dale deteriorate s-au intalnit acolo unde s-au folosit ca si capace de canal si au fost des manipulate intr-un mod necorespunzator (foto 8 si 9).

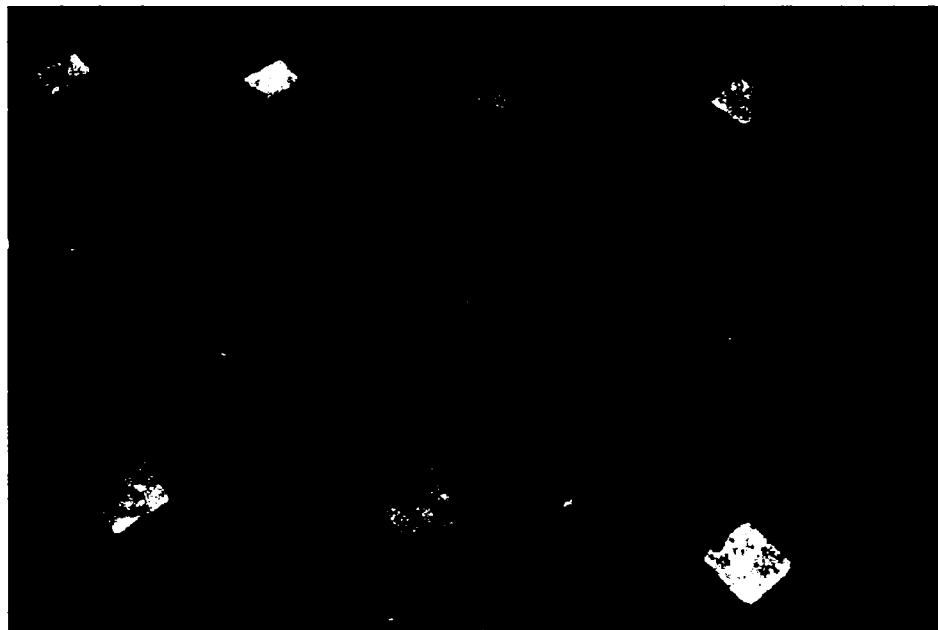


Foto 8

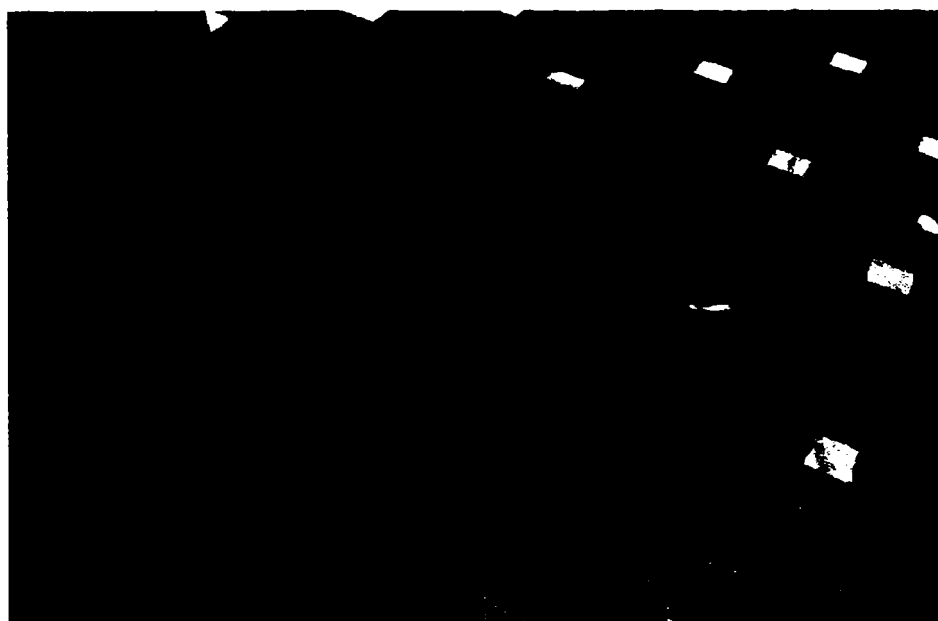


Foto 9

In primavara anului 1997, s-au facut renovari la cladirea Lecto-Bar-ului din Piata Victoriei, (actualmente Mc Donalds`), inlocuindu-se cateva dale din jurul magazinului. Aceste dale noi au fost fabricate de S.C. Prefatim S.A. dupa aceleasi retete de C 32/40 de dale pentru pavaj din 1989, (foto 10).

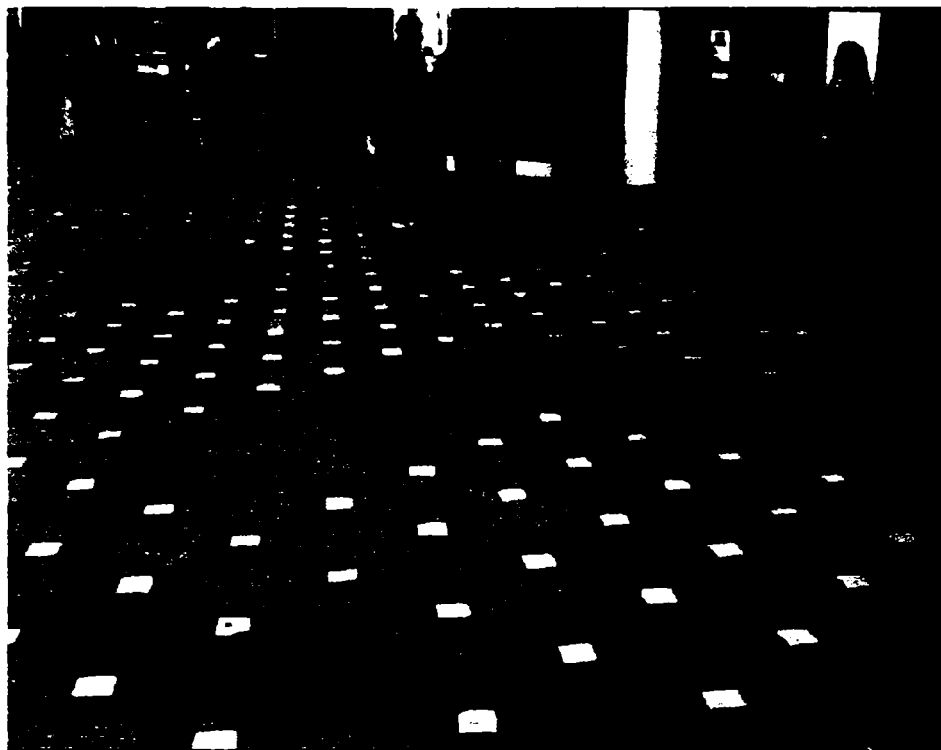


Foto 10

Pe dalele scoase au fost facute determinari de rezistente. S-au obtinut urmatoarele rezultate, referitoare la *rezistenta la compresiune*:

DALE ROSII:	46,4 N/mm <sup>2</sup> 47,8 N/mm <sup>2</sup> Media: 47,1 N/mm <sup>2</sup>
DALE GALBENE:	485 N/mm <sup>2</sup> 463 N/mm <sup>2</sup> Media: 47,4 N/mm <sup>2</sup>
DALE NEGRE:	503 N/mm <sup>2</sup> 527 N/mm <sup>2</sup> Media: 51,5 N/mm <sup>2</sup>

Din dalele rosii scoase, s-au taiat 3 „cuburi” de 14 x 14 x 8 cm, care au fost supuse la presiunea apei, pentru a se determina **gradul de impermeabilitate** dupa atatia ani. Probele au fost supuse la o presiune de pana la 8 daN/cm<sup>2</sup>, conform STAS 3519 – 76 [4.3]. S-au obtinut rezultatele din tabelul 4.7.

Tabelul 4.7.

Proba	H apa cm
1	7,3
2	5,8
3	7,9
Media	7,0

Betonul corespunde la C 32/40 ( B 500 ) si P<sub>8</sub><sup>10</sup>.

Dupa atatia ani, se constata ca dalele de pavaj nu si-au pierdut culoarea. Nu se observa nici o diferenta intre dalele vechi din 1989 si cele noi din 1997, ( foto 10 si 11 ).

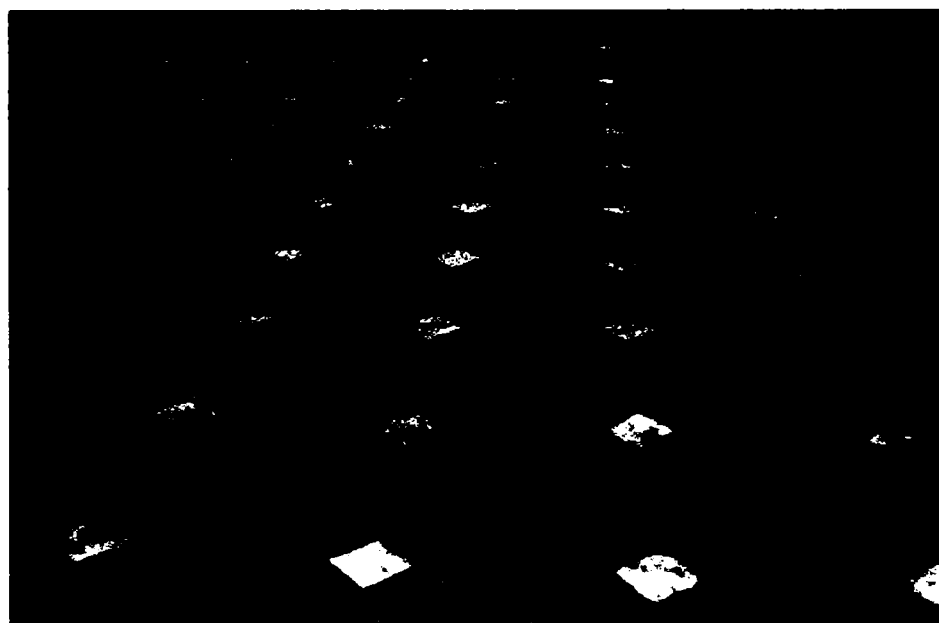


Foto 11

Rezistentele sunt tot in categoria betoanelor C 32/40, dupa atatea cicluri de inghet-dezghet repetat, iar gradul de impermeabilitate este tot P<sub>8</sub><sup>10</sup>.



Aceste dale au fost facute sa dureze multi ani, sa fie frumoase ca atunci cand au fost montate, si sa ramana o emblema a orasului Timisoara, facand legatura intre Catedrala Mitropolitana si cladirea ce adaposteste patru lacase de cultura: Opera Romana, Teatrul National, Teatrul Maghiar si Teatrul German ( foto 12, 13 si 14 ).



Foto 12

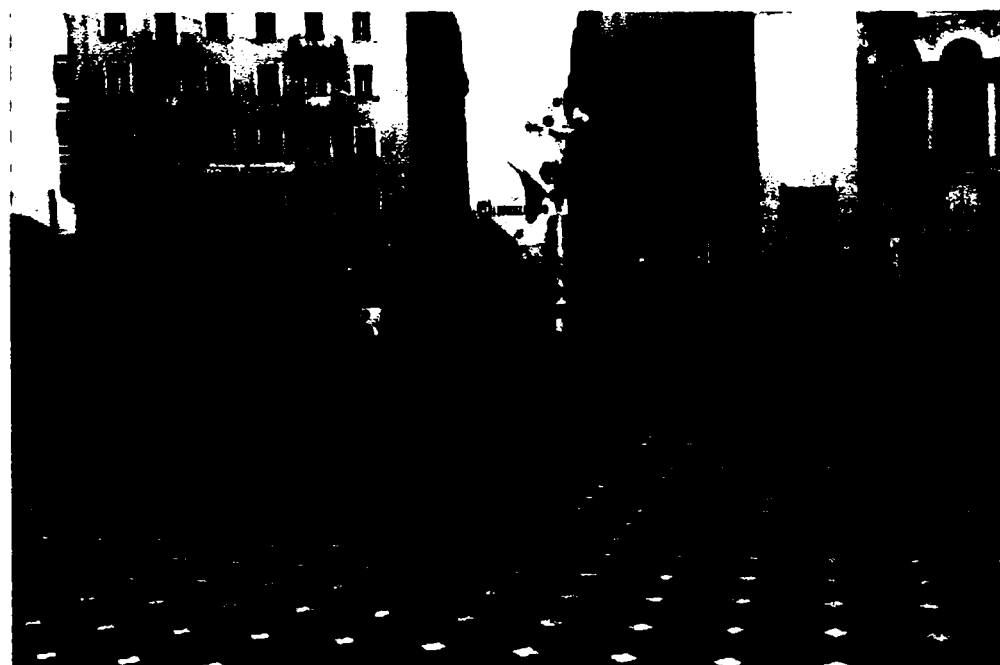


Foto 13



Foto 14

**CONCLUZII :** In acest capitol se prezinta diverse placi din beton pentru pavaje. Placile decorative reprezinta solutii avantajoase pentru zonele pietonale. Dalele se caracterizeaza prin:

- rezistenta corespunzatoare la sollicitari mecanice,
- durabilitate – functionala, prin pastrarea calitatilor arhitectonice – culoarea,
- mecanica, prin pastrarea proprietatilor pe durata de 15 ani.

**CONTRIBUTII PERSONALE :**

- Stabilirea unei metode de determinare a compozitiei betonului din dalele de pavaj din Centrul Timisorii;
- Stabilirea teoretica si experimentală a retetelor pentru aceste dale;
- Determinari fizice si mecanice pe epruvetele de beton martor, corespunzatoare dalelor din Centru ;
- Stabilirea tehnologiei de fabricare a pavelelor,
- Urmarirea in timp a comportarii dalelor montate in anul 1989.

# Bibliografie

- 4.1. STAS 1275 – 88. Incercari pe betoane. Incercari pe beton intarit. Determinarea rezistentelor mecanice.
- 4.2. STAS 3518 – 89. Incercari de laborator ale betoanelor. Determinarea rezistentei la inghet-dezghet (gelivitatea).
- 4.3. STAS 3519 – 76. Incercari pe betoane. Determinarea gradului de impermeabilitate fata de apa.
- 4.4. STAS 388 – 80. Ciment Portland.
- 4.5. SR EN 197/1 – 2002. Ciment. Partea 1: Compozitie, specificatii si criterii de conformitate ale cimenturilor uzuale.
- 4.6. STAS 1667 – 76. Agregate naturale grele pentru mortare si betoane cu lianti minerali.
- 4.7. Normativ pentru executarea lucrarilor din beton si beton armat, Indicativ C 140 – 86.
- 4.8. STAS 790 – 84. Apa pentru mortare si betoane.
- 4.9. STAS 6632/2 – 91. Pigmenti anorganici. Pigmenti pe baza de oxizi de fier. Oxid de fier rosu.
- 4.10. STAS 6632/3 – 91. Pigmenti anorganici. Pigmenti pe baza de oxizi de fier. Oxid de fier galben.
- 4.11. STAS 6632/4 – 83. Pigmenti anorganici. Pigmenti pe baza de oxizi de fier. Oxid de fier negru.
- 4.12. STAS 1759 – 88. Incercari pe betoane. Incercari pe betonul proaspat.
- 4.13. STAS 6657/2 – 88. Elemente prefabricate din beton, beton armat si beton precomprimat. Metoda de verificare statistica a dimensiunilor.
- 4.14. C. Bob “Unele consideratii privind stabilirea compozitiei betonului” Revista Materiale de Constructii, nr.2 – 1986, Bucuresti.

- 4.15. E. Jebelean “Contributii la realizarea betoanelor si mortarelor cu aditivi superplastifianti” Teza de Doctorat – Universitatea Tehnica Timisoara – Facultatea de Constructii – 1991.
- 4.16. C. Bob, E. Jebelean “Contributii la stabilirea compozitiei betoanelor cu aditivi superplastifianti” Revista Materiale de Constructii nr. 2 – 1992 ,Bucuresti.
- 4.17. E. Jebelean, C. Bob “Superplastifianti in betoane” Editura Orizonturi Universitare, Timisoara, 2004.
- 4.18. B. G. Skramtaev, N. A. Popov, N. A. Gherlivanov, G. G. Mudrov “Materiale de constructii”, traducere din limba rusa Ed. de Stat pt. Arhitectura si Constructii 1954.
- 4.19. STAS 5501 – 81. Incercari de laborator pe pietre artificiale. Determinarea uzurii prin slefuire in stare uscata cu ajutorul abrazivilor.
- 4.20. STAS 4606 – 80. Agregate naturale grele pentru mortare si betoane cu lianti minerali. Metode de incercare.
- 4.21. STAS 3160/1 – 84. Verificarea calitatii loturilor de produse pe baza nivelului de calitate acceptabil. (AQL). Reguli de utilizare a procedeelelor si tabelelor statistico-matematice pentru verificarea calitatii prin atribute si prin masurare.
- 4.22. STAS 6657/1 – 88. Elemente prefabricate de beton, beton armat si beton precomprimat. Conditii generale.
- 4.23. S. Stancuta, C. Bob “Dale decorative folosite la pavarea Pietei Victoriei din Timisoara”, Buletinul Stiintific al Universitatii “Politehnica” din Timisoara, tom 47 (61) 2002.
- 4.24. S. Stancuta, C. Bob “Contributii la stabilirea compozitiei betoanelor vartoase” Buletinul Stiintific al Universitatii “Politehnica” din Timisoara, tom 47 (61) 2002.

**CAPITOLUL V**

**DALE DE PAVAJ –**

**PISCOTURI - 1999**

# 1. GENERALITATI

Pentru diversificarea productiei de dale de pavaj s-au incercat mai multe modele cu tehnologii deverse si cu un pret de cost mai mic.

Astfel in 1999 s-au realizat la S.C. Prefatim S.A. Timisoara DALE DE PAVAJ – PISCOT in diverse culori: gri, rosii si galbene.

Deoarece dalele de pavaj au, in general, pori si pe fata vazuta, s-a incercat obtinerea pavelelor in tipare de plastic. Primele incercari au fost de aspect si din acest motiv primele tipuri de pavele au fost obtinute din betoane a caror retete erau deja folosite in firma.

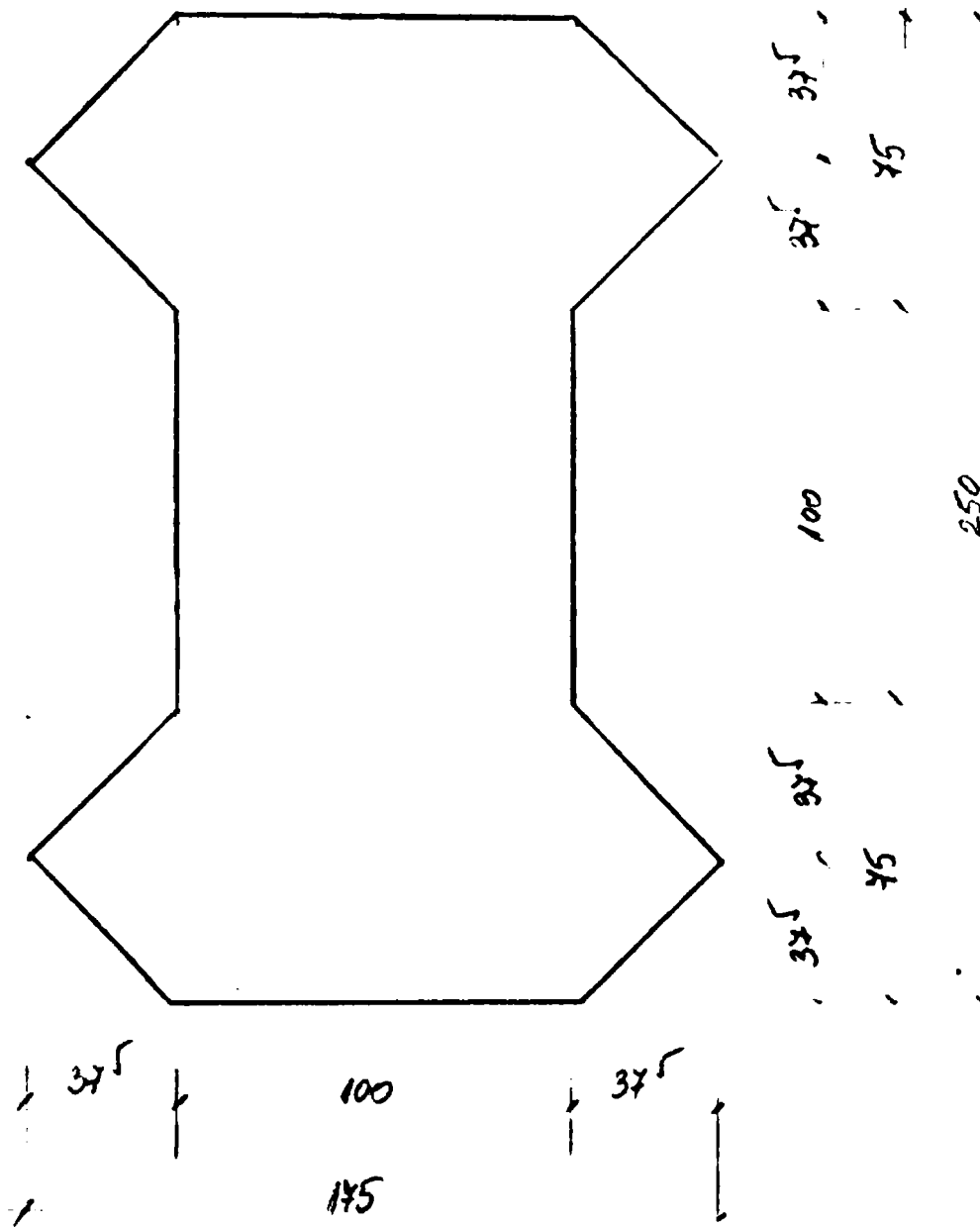
## 2. PRODUSE

### 2.1. PREZENTAREA PRODUSELOR

Piscoturile au forma si dimensiunile aratate in plansa nr. 2.

Piscoturile se confectioneaza in patru tipuri:

- I. Piscoturi turnate intr-un strat (gri) din beton cu doua sorturi (0 – 3 si 3 – 7) (vezi reteta numarul 1.- panouri de gard)
- II. Piscoturi turnate in doua straturi (colorate)
  - primul strat format dintr-un beton cu un singur sort (0 - 3) si pigment (vezi reteta numarul 2)
  - stratul doi din beton in doua sorturi(vezi reteta numarul 1)
- III. Piscoturi turnate intr-un singur strat (gri) din beton cu trei sorturi (0-3, 3-7, 7-16) (vezi reteta numarul 3 – planseu garaj).
- IV. Piscoturi turnate in doua straturi (colorate)
  - primul strat format din beton cu reteta numarul 2.
  - al doilea strat format din beton cu reteta numarul 3.



Plansa 2



2.2. CARACTERISTICILE FIZICO-MECANICE ale dalelor sunt urmatoarele:

- Clasa betonului : C 18/22.5 - STAS 1275 – 88, [5.1];
- Gradul de gelivitate : G 50 – STAS 3518 – 89, [5.2];
- Gradul de impermeabilitate :  $P_8^{10}$  -- STAS 3519 – 76, [5.3].

## 2.3. MATERII PRIME

2.3.1. Cimentul utilizat la preparare este CEM I 42,5 N, SR EN 197/1 – 2002, [5.4] produs de S.C. Casial S.A. Deva

2.3.2. Agregatele utilizate sunt de rau din Balastiera Ghioroc judetul Arad in sortimentele: 0 - 3mm, 3 - 7mm, 7 - 16mm si indeplinesc conditiile de calitate din STAS 1667 – 76, [5.5].

2.3.3. Pigmentii utilizati sunt:

- oxid rosu de fier – STAS 6632/2 – 19991, [5.6],
- oxid galben de fier – STAS 6632/3 – 1991, [5.7],

produsi la Intreprinderea Chimica Orastie.

## 2.4. TEHNOLOGIA DE FABRICATIE

2.4.1. Fluxul tehnologic cuprinde urmatoarele operatii:

- prepararea betonului;
- compactarea betonului;
- intarirea betonului;
- maturizarea, ambalarea si expedierea.

2.4.2. Prepararea betonului se face in malaxoare cu amestec forat, in asa fel ca betonul preparat sa fie introdus in opera si compactat in maximum 30 – 35 minute.

Dozarea componentelor betonului se face gravimetric, iar solutia de Disan se introduce volumetric.

Toleranta de dozare este:  
±3% pentru agregate  
±2% pentru ciment  
±1% pentru apa  
±0,5% pentru aditivi si pigmenti

Turnarea betonului se face in tipare individuale din plastic, pentru a avea o fata foarte neteda, acestea aflandu-se intr-o tava mare pe o masa vibranta.

2.4.3. Compactarea betonului se face prin vibrare pe mese vibrante.

2.4.4. Intarirea betonului. Tiparele cu beton se aseaza manual pe rafturi si dupa intarire (24 de ore) se decofreaza in bazine cu apa calda.

2.4.5. Sortare, maturizare, ambalare si expediere. Dupa zvantarea piscoturilor intarite, se face prin autocontrol o sortare de aspect (bucata cu bucata) eliminandu-se dalele necorespunzatoare. Restul piscoturilor se depoziteaza pe paleti astfel ca 2 dale suprapuse sa aibe in contact fetele vazute sau fetele de baza.

Paletii astfel aranjati se pastreaza in depozit pe loturi si culori pana la atingerea rezistentei minime de livrare.

Transportul de face pe paleti cu mijloace auto, astfel asigurate incat sa se evite deplasarile accidentale din timpul transportului.  
Livrarea se face pe loturi insotite de certificate de calitate.

## 2.5. TEHNOLOGIA DE MONTARE

Montarea piscoturilor din beton se face pe o sapa uscata formata din ciment si nisip in raport 1/3.

Dupa montare, dalele se uda pentru a se putea realiza priza si intarirea sapei si implicit fixarea piscoturilor.

Modelul de montare este cel din foto 15 si foto 16.

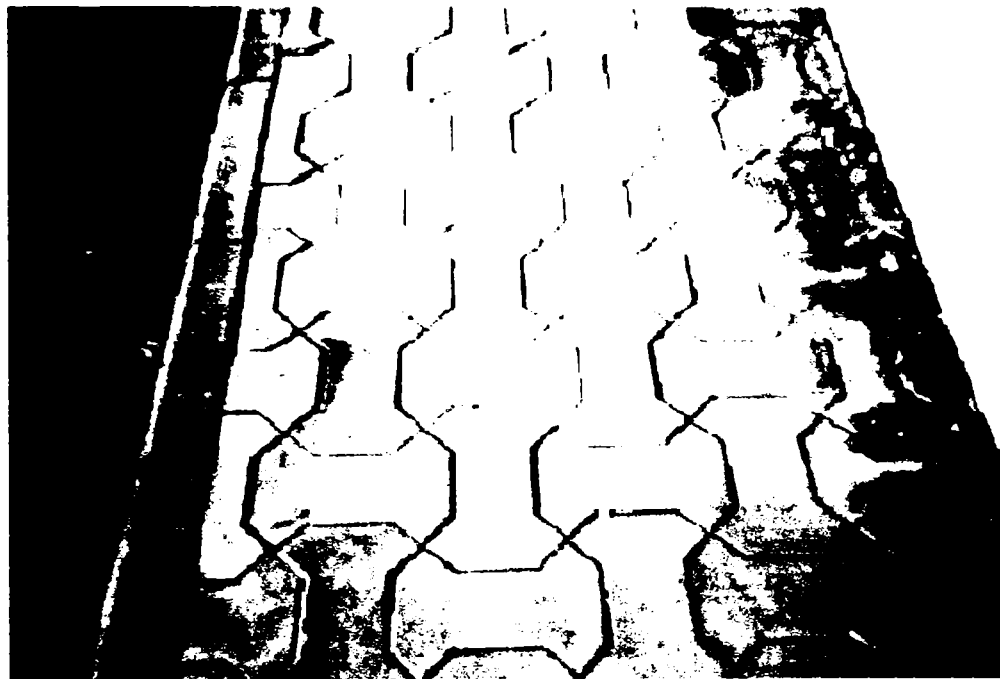


Foto 15



Foto 16

### 3. PROBE DE LABORATOR SI CONTROL TEHNIC DE CALITATE

#### 3.1. RECEPȚIONAREA MATERIILOR PRIME

Toate materiile prime folosite in procesul tehnologic de fabricare sunt insotite, la intrarea in intreprindere, de certificate de calitate sau buletine de analiza emise de intreprinderile furnizoare.

La anumite materii prime se fac suplimentar probe pentru verificarea calitatii, imediat dupa sosire in intreprindere, conform *CODULUI DE PRACTICA pentru executarea lucrarilor din beton si beton armat*, indicativ *NE 012 – 99*. [5.8]

#### 3.2. CARACTERISTICILE FIZICO – MECANICE

La cele 4 tipuri de piscoturi s-au urmarit:

- aspectul uniform si placut al placilor,
- rezistenta la compresiune conform clasei de beton,
- rezistenta la uzura,
- rezistenta la rupere prin incovoiere,
- rezistenta buna la inghet – dezghet repetat,
- comportare buna la impermeabilitate.

Datorita tiparelor din plastic, fetele care sunt in contact cu peretii tiparelor sunt netede si foarte fine, avand un aspect foarte placut.

Caracteristicile fizico – mecanice ale piscoturilor s-au urmarit pe fiecare reteta si pe fiecare tip de dale.

Pentru fiecare din cele 3 retete s-au determinat:

- rezistenta la compresiune – pe cuburi de 100 x 100 x 100 mm – conform STAS 1275 – 88, [5.1],
- rezistenta la uzura – pe cuburi de 100 x 100 x 100 mm – conform STAS 5501 – 81, [5.9],
- gradul de impermeabilitate – pe cuburi de 140 x 140 x 140 mm, la o presiune de pana la 8 daN/cm<sup>2</sup>, – conform STAS 3519 – 76, [5.3].

Pentru fiecare tip de dale s-au determinat:

- rezistența la rupere prin încovoiere – pe plăci de pavaj - conform STAS 1137 – 68, [5.10].

- comportarea la îngheț – dezgheț repetat – pe plăci de pavaj – conform STAS 3518 – 89, [5.2].

RETETA NR. 1

Ciment CEM I 42,5 N.....	360	kg/m <sup>3</sup>
Sort 1 (0-3mm).....	1045	kg/m <sup>3</sup>
Sort 2 (3-7mm).....	855	kg/m <sup>3</sup>
Disan A, sol. 20% .....	2	l/m <sup>3</sup>
Apa.....	92	kg/m <sup>3</sup>

a) Rezistența la compresiune (pe cuburi de 100 x 100 x 100 mm)

4 zile: 22,8 N/mm<sup>2</sup>  
23,0 N/mm<sup>2</sup>  
23,5 N/mm<sup>2</sup>                      Media: 23,1 N/mm<sup>2</sup>

7 zile: 26,7 N/mm<sup>2</sup>  
26,0 N/mm<sup>2</sup>  
23,5 N/mm<sup>2</sup>                      Media: 25,4 N/mm<sup>2</sup>

28 zile: 36,0 N/mm<sup>2</sup>  
35,0 N/mm<sup>2</sup>  
32,0 N/mm<sup>2</sup>                      Media: 34,3 N/mm<sup>2</sup>

b) Rezistența la uzură (pe cuburi de 100 x 100 x 100 mm)

$$U_1 = 100,1 - 98,7 = 1,4 \text{ mm}$$

$$U_2 = 99,9 - 98,7 = 1,2 \text{ mm}$$

$$U_3 = 99,7 - 98,5 = 1,2 \text{ mm}$$

$$U_m = 1,22 \text{ mm}$$

c) Gradul de impermeabilitate (pe cuburi de 140 x 140 x 140 mm)

Tabelul 5.1.

Nr probei	Inaltimea apei [cm]
1	6,3
2	6,2
3	6,3
Media	6,23

RETETA NR. 2

Ciment CEM I 42,5 N.....200 kg/m<sup>3</sup>  
Sort 1 (0-3mm).....300 kg/m<sup>3</sup>  
Pigment rosu/galben.....25 kg/m<sup>3</sup>  
Disan A sol. 20%.....1,5 l/m<sup>3</sup>  
Apa.....60 kg/m<sup>3</sup>

Pe aceasta reteta, nefiind de rezistenta, nu s-au facut incercari.  
E doar pentru aspect.

RETETA NR. 3

Ciment CEM I 42,5 N.....350 kg/m<sup>3</sup>  
Sort 1 (0-3mm).....590 kg/m<sup>3</sup>  
Sort 2 (3-7mm).....525 kg/m<sup>3</sup>  
Sort 3 (7-16mm).....765 kg/m<sup>3</sup>  
Disan A, sol. 20%.....2 l/m<sup>3</sup>  
Apa.....133 kg/m<sup>3</sup>

a) Rezistentă la compresiune (pe cuburi de 100 x 100 x 100 mm)

4 zile: 20,8 N/mm<sup>2</sup>  
 22,0 N/mm<sup>2</sup>  
 21,8 N/mm<sup>2</sup>      Media 21,5 N/mm<sup>2</sup>

7 zile: 23,0 N/mm<sup>2</sup>  
 24,0 N/mm<sup>2</sup>  
 24,0 N/mm<sup>2</sup>      Media: 23,6 N/mm<sup>2</sup>

28 zile: 31,0 N/mm<sup>2</sup>  
 31,5 N/mm<sup>2</sup>  
 30,8 N/mm<sup>2</sup>      Media: 31,1 N/mm<sup>2</sup>

b) Rezistentă la uzura (pe cuburi de 100 x 100 x 100 mm)

$$U_1 = 99,9 - 98,4 = 1,5 \text{ mm}$$

$$U_2 = 100,1 - 98,9 = 1,2 \text{ mm}$$

$$U_3 = 99,7 - 98,6 = 1,1 \text{ mm}$$

$$U_m = 1,27 \text{ mm}$$

c) Gradul de impermeabilitate (pe cuburi de 140 x 140 x 140 mm)

Tabelul 5.2.

Nr probei	Înălțimea apei [cm]
1	6,6
2	6,5
3	6,5
Media	6,53

DALE TIP I turnate intr-un strat, din beton cu 2 sorturi (0 - 3; 3 - 7) – Reteta nr.1.

a) Rezistenta la rupere prin incovoiere (pe placi)

Tabelul 5.3.

Nr. Proba	Dimensiuni [mm]			Distanta intre reazeme ls [mm]	Sarcina de rup. la incov. P[N]	$M_B = \frac{P \cdot ls}{4}$ [N.mm]	$W = \frac{b \cdot h^2}{6}$ [mm <sup>3</sup> ]	$\sigma_r = \frac{M_B}{W}$ [N/mm <sup>2</sup> ]
	Lung l	Lat. b	Gros h					
1	245	99	70	180	13000	585000	80850	7,24
2	245	99	71	180	13100	589500	83180	7,09
3	245	99	69	180	12900	580500	78550	7,39
Media								7,24

b) Comportarea la inghet – dezghet (pe placi)

Tabelul 5.4.

Nr. proba	Dimensiuni [mm]			Distanta intre reazeme ls [mm]	Sarcina de rup. la incov. P[N]	$M_B = \frac{P \cdot ls}{4}$ [N.mm]	$W = \frac{b \cdot h^2}{6}$ [mm <sup>3</sup> ]	$\sigma_r = \frac{M_B}{W}$ [N/mm <sup>2</sup> ]
	Lung l	Lat. b	Gros h					
1	245	99	69	180	12300	553500	78550	7,05
2	245	99	70	180	12400	558000	80850	6,90
3	245	99	69	180	12200	549000	78550	6,99
Media								6,98

Pierderea prin gelivitate este de  
 $(7,24 - 6,98) \times 100 : 7,24 = 3,6\%$



DALE TIP II turnate in doua straturi – stratul I – Reteta nr. 2.  
– stratul II – Reteta nr.1.

a) Rezistenta la rupere prin incovoiere – (pe placi)

Tabelul 5.5.

Nr. Proba	Dimensiuni [mm]			Distanța între reazeme ls [mm]	Sarcina de rup. la incov. P[N]	$M_B = \frac{P \cdot ls}{4}$ [N.mm]	$W = \frac{b \cdot h^2}{6}$ [mm <sup>3</sup> ]	$\sigma_t = \frac{M_B}{W}$ [N/mm <sup>2</sup> ]
	Lung l	Lat. b	Gros h					
1	245	99	69	180	11600	522000	78550	6,65
2	245	99	70	180	11800	531000	80850	6,57
3	245	99	69	180	11700	526500	78550	6,70
Media								6,64

b) Comportarea la inghet – dezghet (pe placi)

Tabelul 5.6.

Nr. proba	Dimensiuni [mm]			Distanța între reazeme ls [mm]	Sarcina de rup. la incov. P[N]	$M_B = \frac{P \cdot ls}{4}$ [N.mm]	$W = \frac{b \cdot h^2}{6}$ [mm <sup>3</sup> ]	$\sigma_t = \frac{M_B}{W}$ [N/mm <sup>2</sup> ]
	Lung l	Lat. b	Gros h					
1	245	99	70	180	10800	486000	80850	6,01
2	245	99	69	180	10800	486000	78550	6,19
3	245	99	69	180	10500	472500	78550	6,01
Media								6,07

Pierderea prin gelivitate este de  
(6,64 – 6,07) x 100 : 6,64 = 8,6%

DALE TIP III – turnate intr-un singur strat din beton in 3 sorturi  
Reteta nr. 3.

a) Rezistenta la rupere prin incovoiere – (pe placi)

Tabelul 5.7.

Nr. Proba	Dimensiuni [mm]			Distanța între reazeme ls [mm]	Sarcina de rup. la incov. P[N]	$M_B = \frac{P \cdot ls}{4}$ [N.mm]	$W = \frac{b \cdot h^2}{6}$ [mm <sup>3</sup> ]	$\sigma_t = \frac{M_B}{W}$ [N/mm <sup>2</sup> ]
	Lung l	Lat. b	Gros h					
1	245	99	68	180	10500	472500	76300	6,19
2	245	99	68	180	10400	468000	76300	6,13
3	245	99	69	180	10700	481500	78550	6,13
Media								6,15

b) Comportarea la inghet – dezghet (pe placi)

Tabelul 5.8.

Nr. proba	Dimensiuni [mm]			Distanța între reazeme ls [mm]	Sarcina de rup. la incov. P[N]	$M_B = \frac{P \cdot ls}{4}$ [N.mm]	$W = \frac{b \cdot h^2}{6}$ [mm <sup>3</sup> ]	$\sigma_t = \frac{M_B}{W}$ [N/mm <sup>2</sup> ]
	Lung l	Lat. b	Gros h					
1	245	99	68	180	9800	441000	76300	5,78
2	245	99	68	180	9900	445500	76300	5,84
3	245	99	68	180	9700	436500	76300	5,72
Media								5,78

Pierderea prin gelivitate este de  
(6,15 – 5,78) x 100 : 6,15 = 6,0%

DALE TIP IV – turnate in 2 straturi – stratul I – Reteta nr. 2.  
– stratul II – Reteta nr.3.

a) Rezistenta la rupere prin incovoiere – (pe placi)

Tabelul 5.9.

Nr. Proba	Dimensiuni [mm]			Distanta intre reazeme ls [mm]	Sarcina de rup. la incov. P[N]	$M_B = \frac{P \cdot ls}{4}$ [N.mm]	$W = \frac{b \cdot h^2}{6}$ [mm <sup>3</sup> ]	$\sigma_t = \frac{M_B}{W}$ [N/mm <sup>2</sup> ]
	Lung l	Lat. b	Gros h					
1	245	99	68	180	7800	351000	76300	4,60
2	245	99	67	180	7500	337500	74010	4,56
3	245	99	68	180	7900	355500	76300	4,66
Media								4,61

b) Comportarea la inghet – dezghet (pe placi)

Tabelul 5.10.

Nr. proba	Dimensiuni [mm]			Distanta intre reazeme ls [mm]	Sarcina de rup. la incov. P[N]	$M_B = \frac{P \cdot ls}{4}$ [N.mm]	$W = \frac{b \cdot h^2}{6}$ [mm <sup>3</sup> ]	$\sigma_t = \frac{M_B}{W}$ [N/mm <sup>2</sup> ]
	Lung l	Lat. b	Gros h					
1	245	99	68	180	7200	324000	76300	4,25
2	245	99	68	180	7100	319500	76300	4,19
3	245	99	67	180	7000	315000	74100	4,25
Media								4,23

Pierderea prin gelivitate este de  
 $(4,61 - 4,23) \times 100 : 4,61 = 8,2\%$

Din determinarile efectuate, atat pe cele doua retete de baza, cat si pe cele 4 tipuri de dale-piscot, se trag urmatoarele concluzii:

- aceste dale se incadreaza in categoria dalelor de pavaj, conform STAS 1137 – 68
  - clasa de beton este C 18 / 22,5
  - uzura stratului de uzura este inferioara valorii de 1,3 mm
  - gradul de impermeabilitate este  $P_8^{10}$
  - rezistenta de rupere medie la incovoiere este mai mare de  $4 \text{ N/mm}^2$
  - gradul de gelivitate este G 50
- Aceste caracteristici se pot observa in tabelul 5.11. si 5.12.

Tabelul 5.11.

Reteta	1	3
Rezistenta la compresiune, $\text{N/mm}^2$	34,3	31,1
Uzura stratului de uzura, mm	1,22	1,27
Inaltimea apei, cm	6,23	6,53

Tabelul 5.12.

Tipul dalei	I	II	III	IV
Rezistenta la incovoiere, initiala, $\text{N/mm}^2$	7,24	6,64	6,15	4,61
Rezistenta la incovoiere, dupa gelivitate, $\text{N/mm}^2$	6,98	6,07	5,78	4,23
Pierdere prin gelivitate, %	3,6	8,6	6,0	8,2

### 3.3. VERIFICARI TEHNOLOGICE IN DIVERSE FAZE DE FABRICATIE

In cursul procesului tehnologic, pe faze de fabricatie, se fac determinari privind:

- agregatele,
- aditivul,
- betonul proaspat,
- betonul intarit.

Agregatele: zilnic se verifica:

- umiditatea sorturilor,
- granulozitatea fiecarui sort,
- granulozitatea pentru amestec.

Determinarile se fac conform STAS 4606 – 80, [5.11].

Aditivul: se verifica concentratia solutiei prin determinarea densitatii acesteia cu ajutorul unui densimetru.

Betonul proaspat: se verifica zilnic:

- densitatea aparenta,
- tasarea.

Aceste verificari se fac conform STAS 1759 – 88, [5.12].

Betonul intarit: zilnic se iau probe pentru rezistenta la compresiune, pentru determinarea timpului de atingere a rezistentei minime necesare la decofrare, determinata conform STAS 1275 – 88, [5.1].

La fiecare lot se iau probe pentru:

- rezistenta la compresiune, pentru determinarea timpului de atingere a rezistentei de livrare,
- determinarea clasei betonului.

Aceste determinari se fac conform STAS 1275 – 88, [5.1].

### 3.4. CONTROLUL DE CALITATE

Controlul de calitate se refera la verificarea dimensiunilor dalelor de pavaj si a aspectului lor.

Verificarea calitatii dalelor se face pe loturi de produse. Lotul de fabricatie cuprinde dale de acelasi tip, dar nu mai mult de productia a 5 zile consecutive.

Verificarea dimensiunilor si a aspectului se face la fiecare lot stabilit, prin control statistic, conform STAS 3160/1 – 84, [5.13]. Verificarea dimensionala se face cu sabloane de maxim si minim, conform STAS 6657/2 – 88, [5.14]. Verificarea aspectului se face prin comparatie cu dalele etalon stabilite. Prin autocontrol se face verificarea aspectului dalelor, bucata cu bucata, la minim 24 de ore de la confectionare, separandu-se dalele necorespunzatoare.

La fiecare lot se verifica clasa betonului, conform STAS 1275 – 88, [5.1]. Verificarile se fac pe epruvete, care se preleveaza din sarjele de beton, compactate prin vibrare pe masa vibranta de laborator.

Controlorii de calitate completeaza certificatele de calitate, care insotesc fiecare lot la livrare. Certificatele de calitate se intocmesc in conformitate cu prevederile STAS 6657/1 – 88, [5.15], pentru elemente prefabricate.

#### 4. DALE DE PAVAJ DIVERSE

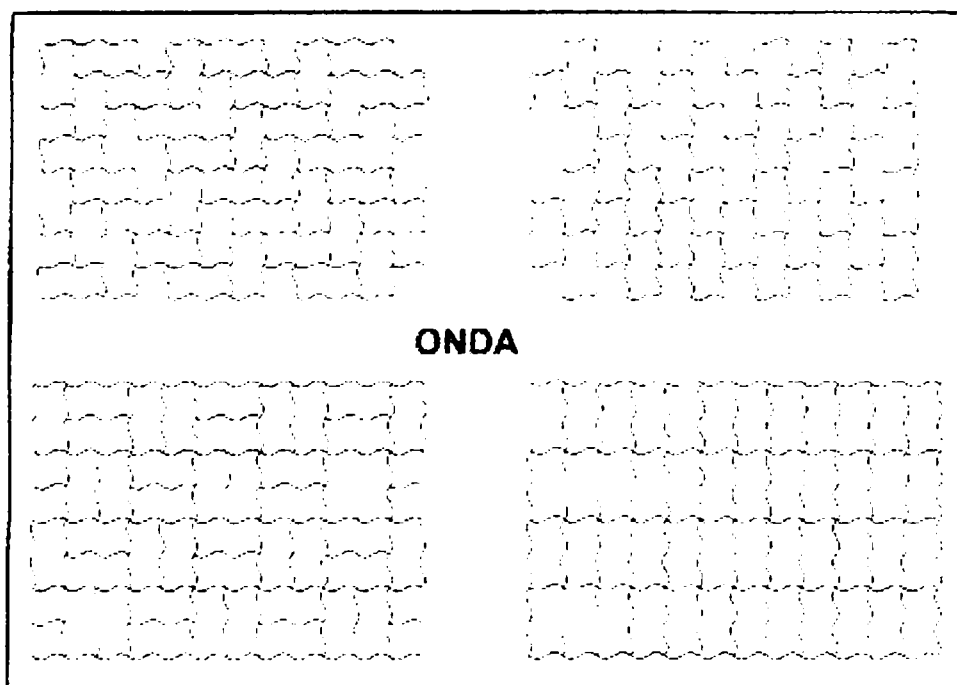
Si alte firme produc diverse tipuri de pavele, in diverse forme si culori.

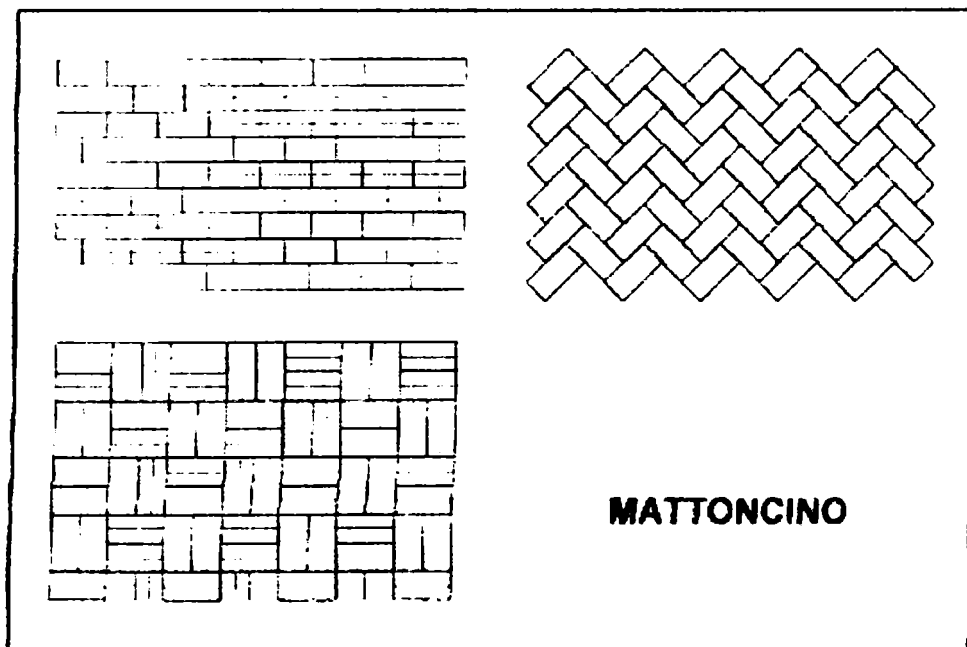
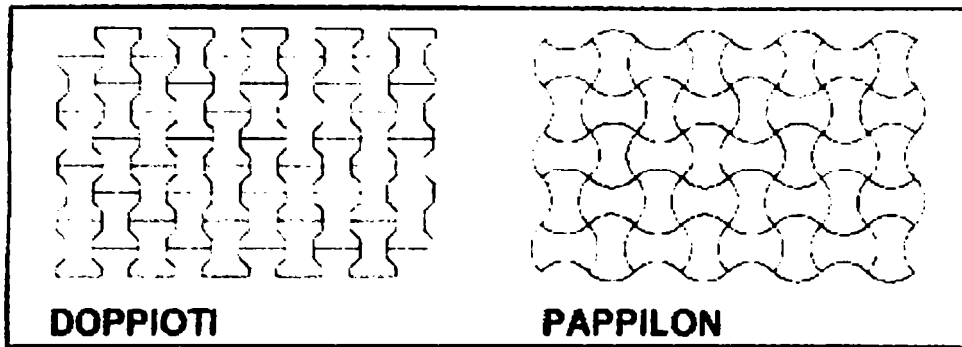
Una dintre ele este firma S.C. ECOSYSTEME S.R.L., care fabrica o gama larga de placi de pavaj, montate in diverse feluri, [5.16].

Pavaje moderne, estetice, ecologice, cu parametri tehnici si de calitate deosebiti, aceste pavele se constituie intr-o alternativa avantajoasa pentru amenajarea de drumuri, strazi, pietre, gradini, terase si spatii verzi.

Fabricate din beton vibropresat, montate rapid si elegant, ele asigura un trafic pietonal si rutier confortabil intr-o ambianta naturala.

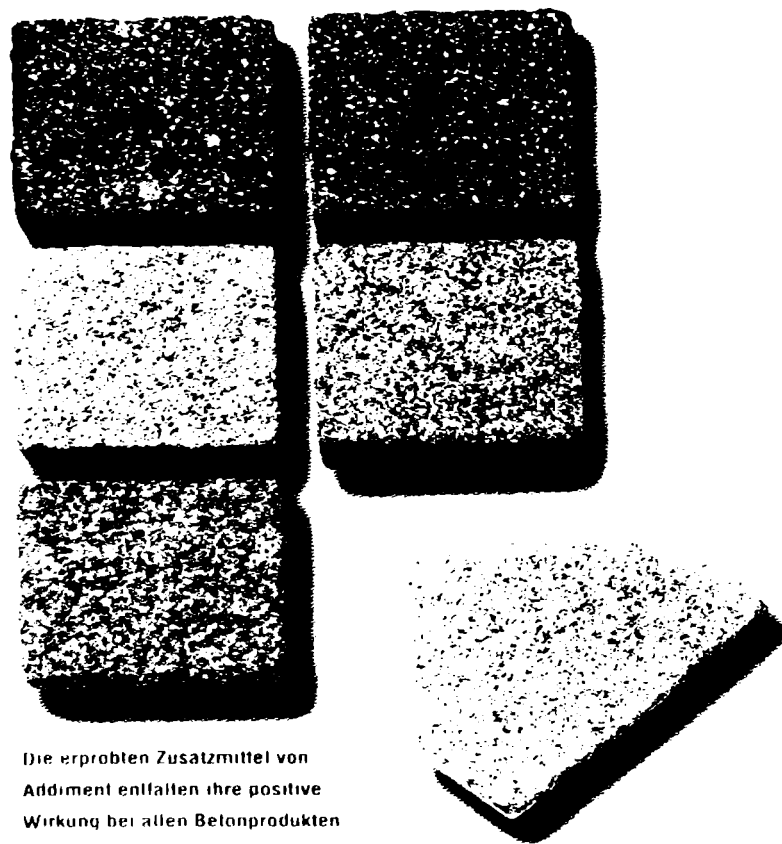
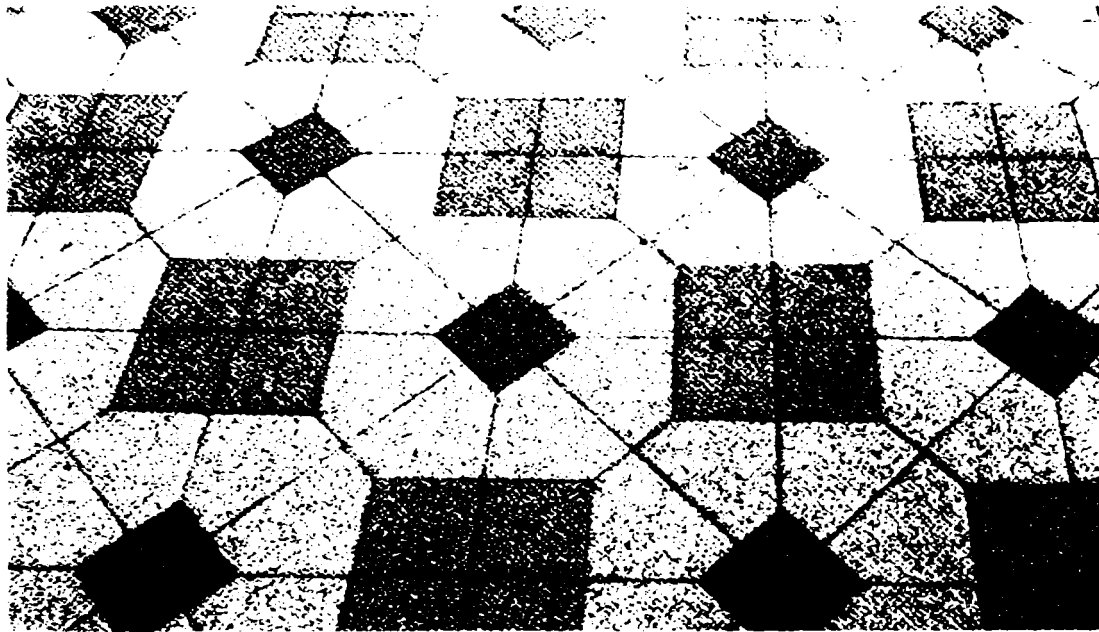
Pigmentii introdusi in compozitie, la alegerea clientului, permit imbogatirea texturii pavajelor cu modele cromatice din cele mai diferite, [5.16].







Firma Heidelberger Addiment pune la dispozitia clientilor o varietate de placi de pavaj, in diverse forme si culori, realizand adevarate covoare, [5.17].



Die erprobten Zusatzmittel von Addiment entfalten ihre positive Wirkung bei allen Betonprodukten



**Produkte für Betonwaren**

**CONCLUZII :** In acest capitol s-a urmarit obtinerea de diverse tipuri de pavele.

Se constata ca inlocuirea tiparelor metalice cu tipare de plastic asigura o suprafata perfecta dalelor, fara pori.

Chiar daca folosim clasa de beton C 18 / 22,5 pentru obtinerea pavelelor, acestea se incadreaza in cerintele STAS 1137 – 68, in ceea ce priveste rezistenta la rupere medie la incovoiere, uzura stratului de uzura, comportarea la inghet-dezghet repetat.

**CONTRIBUTII PERSONALE :** Obtinerea de pavele din beton de clasa C 18 / 22,5, fara pori, in tipare de plastic.

## Bibliografie

- 5.1. STAS 1275 – 88. Incercari pe betoane. Incercari pe beton intarit. Determinarea rezistentelor mecanice.
- 5.2. STAS 3518 – 89. Incercari de laborator ale betoanelor. Determinarea rezistentei la inghet-dezghet (gelivitatea).
- 5.3. STAS 3519 – 76. Incercari pe betoane. Determinarea gradului de impermeabilitate fata de apa.
- 5.4. SR EN 197/1 – 2002. Ciment. Partea 1: Compozitie, specificatii si criteriile de conformitate ale cimenturilor uzuale.
- 5.5. STAS 1667 – 76. Agregate naturale grele pentru mortare si betoane cu lianti minerali.
- 5.6. STAS 6632/2 – 91. Pigmenti anorganici. Pigmenti pe baza de oxizi de fier. Oxid de fier rosu.
- 5.7. STAS 6632/3 – 91. Pigmenti anorganici. Pigmenti pe baza de oxizi de fier. Oxid de fier galben.
- 5.8. COD DE PRACTICA pentru executarea lucrarilor din beton, beton armat si beton precomprimat, Indicativ NE 012 – 99.
- 5.9. STAS 5501 – 81. Incercari de laborator pe pietre artificiale. Determinarea uzurii prin slefuire in stare uscata cu ajutorul abrazivilor.
- 5.10. STAS 1137 – 68. Placi din beton pentru pavaje.
- 5.11. STAS 4606 – 80. Agregate naturale grele pentru mortare si betoane cu lianti minerali. Metode de incercare.
- 5.12. STAS 1759 – 88. Incercari pe betoane. Incercari pe betonul proaspat.
- 5.13. STAS 3160/1 – 84. Verificarea calitatii loturilor de produse pe baza nivelului de calitate acceptabil. (AQL). Reguli de utilizare a procedeelelor si tabelor statistico-matematice pentru verificarea calitatii prin atribute si prin masurare.
- 5.14. STAS 6657/2 – 88. Elemente prefabricate din beton, beton armat si beton precomprimat. Metoda de verificare statistica a dimensiunilor.
- 5.15. STAS 6657/1 – 88. Elemente prefabricate de beton, beton armat si beton precomprimat. Conditii generale.
- 5.16. S.C. ECOSYSTEME S.R.L. Timisoara – Catalog de produse.
- 5.17. S.C. HEIDELBERGER ADDIMENT – Produkte für Betonwaren.

## CONCLUZIILE TEZEI DE DOCTORAT :

Placile decorative reprezinta solutii avantajoase pentru zonele pietonale, parcuri, folosind o varietate de forme si culori.

Chiar si dupa 15 ani de exploatare, (1989 – 2004), dalele se caracterizeaza prin :

- Rezistenta corespunzatoare la sollicitari mecanice,
- Durabilitate functionala, prin pastrarea calitatilor arhitecturale – culoarea,
- Durabilitate mecanica, prin pastrarea proprietatilor pe timp indelungat,

Pretul de cost al unui  $m^2$  de alee pavata este mai mic decat al unei aleei asfaltate si mult mai mic decat al unei aleei betonate.

In *Devizul oferta pentru lucrari rutiere* facut de catre S.C. Nimb S.A. Timisoara, se observa acest lucru :

ALEE PAVATA - Pretul de cost este de  $639.588 \text{ lei/m}^2$

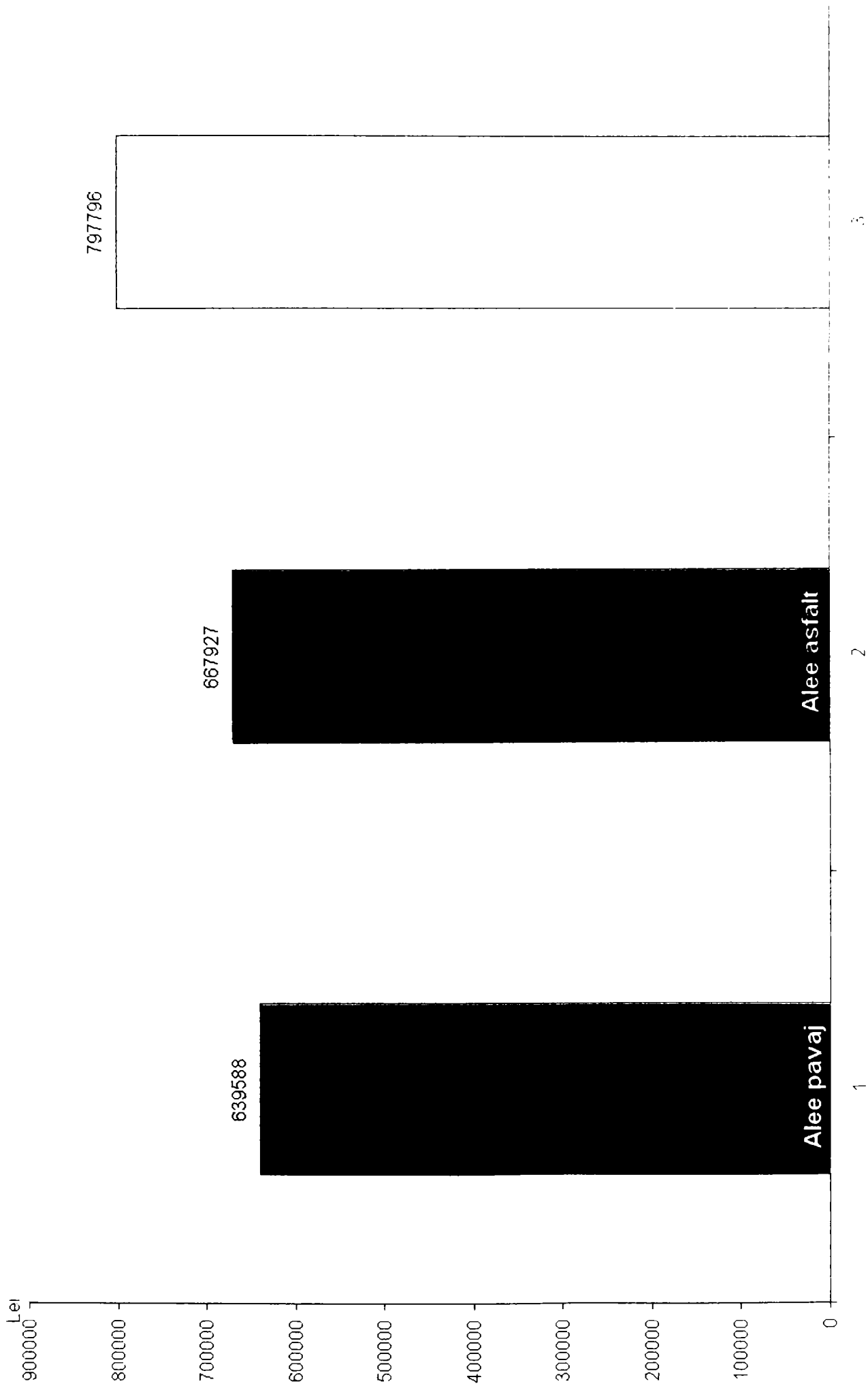
- 10 cm balast
- 3 cm nisip
- 7 cm pavele din beton

ALEE ASFALT - Pretul de cost este de  $667.927 \text{ lei/m}^2$

- 10 cm balast
- 10 cm beton C 12 / 15 (B 200)
- 3 cm beton asfaltic B.A.8

ALEE BETONATA - Pretul de cost este de  $797.796 \text{ lei/m}^2$ .

- 10 cm balast
- 15 cm beton C 18 / 22,5 (B 300)



Un alt avantaj al folosirii dalelor de pavaj este acela ca, daca e nevoie de reparatii in partea subterana a aleii pavate, se scot cu grija dalele, se indeparteaza stratul de dedesubt si, dupa reparatiile facute, se pune acelasi strat de baza, eventual completat, si aceleasi dale, fara sa se observe ca s-au facut interventii in acea portiune. La aleile asfaltate si cele betonate se inlocuieste tot.

## **CONTRIBUTII PERSONALE :**

- Sistematizarea cunostintelor specifice existente in literatura de specialitate, privind tipurile de betoane speciale,
- Prezentarea aditivilor clasici si moderni, folositi in Romania, in betoane si mortare, cu efectele lor,
- Studierea si gasirea unei metode pentru stabilirea compozitiei betoanelor pentru dalele de pavaj din Centrul Civic al Timisorii,
- Stabilirea teoretica si experimentală a retetelor pentru aceste dale,
- Determinari fizice si mecanice asupra epruvetelor de beton martor, corespunzatoare dalelor din Centru,
- Stabilirea tehnologiei de preparare a dalelor din beton pentru pavaje.
- Urmarirea in timp a comportarii dalelor montate in Centru in anul 1989,
- Obtinerea de diverse tipuri de dale de pavaj.
- Valorificarea folosirii dalelor de pavaj prin aplicarea lor efectiva:
  - Dale de clasa C 32/40 in Timisoara in Centrul Civic si in Parcul Central
  - Dale de clasa C 18/22,5 in fata sediului S.C. Electrica Banat S.A. Timisoara si la unele statii de benzina din oras