MINISTERUL LUCRĂRILOR PUBLICE ŞI AMENAJĂRII TERITORIULUI

**ORDIN nr. 59/N**
**din 24.08.1999**

Având în vedere:

Avizul Comitetului Tehnico-Ştiinţific al MLPAT nr. 58/02.08.1999,

În temeiul Hotărârii Guvernului nr. 456/1994 republicată privind organizarea şi funcţionarea Ministerului Lucrărilor Publice şi Amenajării Teritoriului,

În conformitate cu Hotărârea Parlamentului nr. 6/1998 şi a Decretului nr. 132/1998, Ministrul Lucrărilor Publice şi Amenajării Teritoriului emite următorul:

**ORDIN**

**Art.1.** - Se aprobă "**Cod de practică pentru executarea lucrărilor din beton, beton armat şi beton precomprimat**", indicativ NE 012-99.

**Art.2.** - Partea I a Codului de practică înlocuieşte şi anulează "C 140-86, Normativ pentru executarea lucrărilor de beton şi beton armat", elaborat de INCERC.

- Partea a II-a a Codului de practică înlocuieşte şi anulează "C 21-85, Normativ pentru executarea lucrărilor de beton precomprimat" şi respectiv "C 206-85, Instrucţiuni tehnice pentru aplicarea procedeului de precomprimare prin înfăşurare cu maşina PROCEQ", elaborate de INCERC.

**Art.3.** - Codul de practică de la art.1 se publică în Buletinul Construcţiilor şi în broşură separată de către INCERC Bucureşti.

**Art.4.** - Prezentul ordin intră în vigoare la data publicării lui în Buletinul Construcţiilor.

**Art.5.** - Direcţia de Programe de Cercetare şi Reglementări Tehnice va duce la îndeplinire prezentul ordin.

**MINISTRU,**
**NICOLAE NOICA**



MINISTERUL LUCRĂRILOR PUBLICE ŞI AMENAJĂRII TERITORIULUI
-MLPAT-

# COD DE PRACTICĂ PENTRU EXECUTAREA LUCRĂRILOR DIN BETON ŞI BETON ARMAT INDICATIV NE 012-99

**Elaborat de :**
**INSTITUTUL NAŢIONAL DE CERCETARE - DEZVOLTARE ÎN CONSTRUCŢII Şi ECONOMIA CONSTRUCŢIILOR-INCERC Bucureşti-**

**Departamentul Protecţie Antiseismică şi Siguranţă Structurală**
**Laboratorul de cercetare şi încercări privind tehnologia şi durabilitatea betoanelor şi mortarelor, betoane speciale**

**DIRECTOR GENERAL:** dr. ing. Radu Pascu
**DIRECTOR DEPARTAMENT:** prof.dr.ing. Augustin Popăescu
**ŞEF LABORATOR:** ing. Dan Georgescu
**COLECTIV ELABORARE:** ing. Angela Stănescu
ing. Dan Georgescu
ing. Liliana Corlăţeanu
**COLABORATORI:** ing. Mihalache Păun
ing. Sabina Stan

**Coordonat de:**
**DIRECŢIA COORDONARE CERCETARE ŞTIINŢIFICĂ ŞI REGLEMENTĂRI TEHNICE PENTRU CONSTRUCŢII**
**DIRECTOR GENERAL: ing. Ion Stănescu**
**RESPONSABIL TEMĂ: ing. Sabina Stan**

**Avizat de:**
**CONSILIUL TEHNICO-ŞTIINŢIFIC AL MINISTERULUI LUCRĂRILOR PUBLICE ŞI AMENAJĂRII TERITORIULUI**

## CUPRINS


1. PREVEDERI GENERALE ..... 9
2. PRINCIPALELE REGLEMENTĂRI TEHNICE ÎN DOMENIU ..... 12
3. TERMENI – DEFINIŢII ..... 20
4. MATERIALE UTILIZATE LA PREPARAREA BETOANELOR ..... 23
4.1. Cimenturi ..... 23
4.2. Agregate ..... 28
4.3. Apa ..... 31
4.4. Aditivi ..... 31
4.5. Adaosuri ..... 34
5. CERINŢE PENTRU CARACTERISTICILE BETOANELOR ..... 35
5.1. Cerinţe pentru rezistenţă ..... 36
5.2. Cerinţe pentru durabilitate ..... 36
5.2.1. Conditii de expunere ..... 37
5.2.2. Dozaj de ciment minim şi raport A/C maxim ..... 37
5.2.3. Cantităţile maxime admise de substanţe ce pot afecta durabilitatea betonului ..... 38
6. CERINŢE DE BAZĂ PRIVIND COMPOZIŢIA BETONULUI ..... 45
6.1. Condiţii generale ..... 45
6.2. Proiectarea amestecului ..... 49
6.2.1. Cerinţe privind consistenţa betonului ..... 49
6.2.2. Cerinţe privind granulozitatea agregatelor ..... 49
6.2.3. Cerinţe privind alegerea tipului de ciment , a dozajului şi a raportului A/C ..... 50
6.2.4. Cerinţe privind alegerea aditivilor şi adaosurilor ..... 51
7. NIVELE DE PERFORMANŢĂ ALE BETONULUI ..... 52
7.1. Betonul proaspăt ..... 52
7.1.1. Consistenţa betonuluii ..... 52
7.1.2. Conţinutul de aer oclus ..... 53
7.1.3. Densitatea aparentă ..... 53
7.2. Betonul întărit ..... 53
7.2.1. Rezistenţa la compresiune ..... 53
7.2.2. Evoluţia rezistenţei betonului ..... 54
7.2.3. Rezistenţa la penetrarea apei ..... 55
7.2.4. Rezistenţa la îngheţ - dezgheţ ..... 55
7.2.5. Densitatea betonului ..... 55
8. BETOANE CU PROPRIETĂŢI SPECIALE ..... 56
8.1. Beton rezistent la penetrarea apei ..... 56
8.2. Beton cu rezistenţă mare la îngheţ-dezgheţ si la agenti chimici de dezghetare ..... 56
8.3. Beton rezistent la atac chimic ..... 56





8.4. Beton cu rezistenţă mare la uzură ..... 58
9. PREPARAREA BETONULUI ..... 59
9.1. Personal , echipament, Instalaţii , laboratoare ..... 59
9.2. Staţii de betoane ..... 59
9.3. Dozare ..... 64
9.4. Amestecare ..... 65
10. ARMAREA BETONULUI ..... 68
10.1. Oţeluri pentru armături ..... 68
10.2. Livrare şi marcare ..... 68
10.3. Transport şi depozitare ..... 69
10.4. Controlul calităţii ..... 69
10.5. Fasonarea , montarea şi legarea armăturilor ..... 69
10.6. Toleranţe la execuţie ..... 70
10.7. Particularităţi privind armarea cu plase sudate ..... 70
10.8. Reguli constructive pentru armare ..... 71
10.9. Înnădirea armăturilor ..... 71
10.10. Stratul de acoperire cu beton ..... 72
10.11. Înlocuirea armăturilor ..... 73
11. COFRAJE ..... 74
11.1. Cerinţe de bază ..... 75
11.2. Tipuri de cofraje , dimensionare , transport ..... 76
11.3. Pregătirea lucrărilor ..... 77
11.4. Montarea cofrajelor ..... 77
11.5. Controlul şi recepţia lucrărilor de cofraje ..... 78
12. TRANSPORTUL ŞI PUNEREA ÎN OPERĂ A BETONULUI ..... 78
12.1. Transportul betonului ..... 79
12.2. Pregătirea turnării betonului ..... 71
12.3. Reguli generale de betonare ..... 83
12.4. Compactarea betonului ..... 84
13. ROSTURI DE LUCRU ..... 85
14. DECOFRAREA ..... 88
15. TRATAREA BETONULUI ..... 88
15.1.Generalităţi ..... 89
15.2. Durata tratării ..... 93
16. BETOANE CU COMPOZIŢII SPECIALE ŞI BETOANE PUSE ÎN OPERĂ PRIN PROCEDEE SPECIALE ..... 93
16.1. Betoane ce conţin o combinaţie de aditivi ..... 93
16.2. Betoane turnate în apă ..... 93
16.3. Betoane turnate prin pompare ..... 95
16.4. Betoane turnate în cofraje glisante ..... 96
16.5. Betoane ciclopiene ..... 100
17. SISTEMUL DE ASIGURARE ŞI CONTROL AL CALITĂŢII ..... 102
17.1. Clasificarea controlului ..... 102

17.2. Procedee de control al calităţii ..... 103
17.2.1. Controlul producţiei şi execuţiei ..... 103
17.2.1.1. Controlul materialelor componente , echipamentului, fabricării şi caracteristicilor betonului ..... 104
17.2.1.2. Controlul înainte de punerea în operă a betonului ..... 106
17.2.1.3. Controlul în timpul transportului, punerii în operă şi tratării betonului ..... 106
17.2.2. Criterii de conformitate ..... 107
17.2.2.1. Sisteme de verificare ..... 107
17.2.2.2. Planul de prelevare şi criterii de conformitate pentru rezistenţa la compresiune a betonului ..... 108
A) În cazul betonului preparat pe şantier ..... 108
B) În cazul utilizării betonului livrat de staţie ..... 109
C) În cazul producerii betonului în staţii ..... 109
17.2.2.3. Criterii de conformitate pentru rezistenţa la compresiune ..... 110

ANEXE :

ANEXA I.1. Sortimente de cimenturi ; Descriere, caracterizare ; ..... 112
ANEXA I.2. Domenii şi condiţii de utilizare ale cimenturilor ; ..... 118
ANEXAI.3. Efecte principale şi secundare ale aditivilor asupra proprietăţilor betonului; ..... 125
ANEXA I.4. Stabilirea compoziţiei betonului - Parametrii de compoziţie; ..... 128
ANEXA I.5. Stabilirea compoziţiei betonului - Efectuarea încercărilor preliminare; ..... 140
ANEXA I.6. Sarcinile şi calificarea personalului care deserveşte staţia de betoane; ..... 146
ANEXA I.7. Gradul de omogenitate al betonului ; ..... 149
ANEXA II.1. Fasonarea , montarea şi legarea armăturilor ; ..... 150
ANEXA II.2. Abateri limită la armături ; ..... 153
ANEXA II.3. Grosimea stratului de acoperire cu beton a armăturii (Zona Litoralului Mării Negre ); ..... 154
ANEXA III.1. Abateri admisibile pentru elemente de beton şi beton armat; ..... 157
ANEXA III.2. Defecte admisibile; ..... 160
ANEXA IV.1. Betonarea diferitelor elemente şi părţi ale construcţiei; ..... 161
ANEXA IV.2. Procedee de vibrare mecanică ; ..... 165
ANEXA IV.3. Recomandări privind stabilirea poziţiei rostului de lucru ; ..... 167
ANEXA V.1. Reguli privind operaţia de decofrare ; ..... 170
ANEXA VI.1.Frecvenţa şi măsuri ce se adoptă în cadrul controlului calităţii materialelor şi betoanelor ; ..... 171
ANEXA VI.2. Controlul calităţii lucrărilor de execuţie ; ..... 189
ANEXA VI.3. Controlul operativ al calităţii betonului; ..... 195
ANEXA VI.4 Sinteza trimestriala a rezultatelor obtinute. ..... 200



## NOTĂ DE PREZENTARE

Codul de practică pentru executarea lucrărilor din beton, beton armat şi beton precomprimat, face parte din sistemul de ansamblu al reglementărilor tehnice în construcţii elaborat de MLPAT - INCERC, sistem ce are la bază Legea 10/1995 privind calitatea în construcţii .

Codul de practică este structurat pe 2 părţi şi anume :

* Partea A - " BETON ŞI BETON ARMAT "
* Partea B - " BETON PRECOMPRIMAT "

La elaborarea Codului , Partea A (revizuire Normativ C 140-86), au fost luate în considerare :

- reglementările tehnice româneşti, în special :
* Specificaţiile tehnice privind cerinţele şi criteriile de performanţă pentru beton şi armătură
* Normativul pentru executarea lucrărilor din beton şi beton armat C140 -86
* Noile standarde de cimenturi
* Noile reglementări privind asigurarea calităţii construcţiilor
- reglementările şi recomandările CEN şi CEB :
* Prestandardul european ENV 206- Beton - nivele de performanţă, producere, punere în operă şi criterii de conformitate
* Codul Model CEB - FIP/1990 nr 205, partea D - Tehnologia betonului
* EUROCOD 2 - Calculul şi alcătuirea structurilor din beton

Codul ce cuprinde 17 capitole şi 20 anexe defineşte cerinţele de rezistenţă şi durabilitate şi stabileşte criteriile de satisfacere a acestora precum şi condiţiile minime de calitate care trebuie avute în vedere la executarea şi controlul lucrărilor din beton şi beton armat .

Cea mai mare parte din capitolele vechiului normativ au fost restructurate pe baza rezultatelor cercetărilor efectuate pe plan naţional şi internaţional, prezentul cod conţinând o serie de noţiuni şi date cu caracter de noutate dintre care cele mai importante sunt :

* definirea noţiunilor (terminologie) ;
* introducerea la prepararea betoanelor, a cimenturilor fabricate conform standardelor româneşti aliniate la cele europene ;
* precizarea cerinţelor privind caracteristicile de rezistenţă şi durabilitate ale betonului ; cerinţele de durabilitate sunt determinate faţă de condiţiile de expunere prin precizarea raportului A/C maxim ;
* introducerea noţiunilor de amestec de beton proiectat şi prescris ;

* precizarea nivelelor de performanţă ale betonului cu definirea clasei betonului conform reglementărilor europene;
* revizuirea şi detalierea capitolului privind tratarea betonului;
* introducerea cerinţelor, nivelelor de performanţă şi controlului armăturilor conform " Specificaţiei tehnice pentru oţeluri utilizate în structuri din beton ";
* introducerea unui nou sistem de asigurare şi control al calităţii ;
* criteriile de conformitate pentru rezistenţa la compresiune a betonului au fost aliniate la cele prevăzute în Euronorme .

Detalierea unor prevederi legate de materialele componente ale betonului, compoziţia betonului, caracteristici şi metode de determinare, va fi făcută prin specificaţii, ghiduri, manuale specifice .

Autorii consideră ca deosebit de utile observaţiile din partea specialiştilor din proiectare, execuţie,producţie beton, diriginţi şantier, inspectori de specialitate etc. privind aplicarea COD-ului.



## 1. PREVEDERI GENERALE

1.1. Prevederile prezentului cod de practică se aplică la executarea elementelor sau structurilor din beton simplu sau beton armat pentru construcţii de locuinţe, social - culturale, industriale şi agrozootehnice. Astfel sunt specificate cerinţele de bază ce trebuie îndeplinite în ceea ce priveşte betonul (materialele componente, compoziţia, proprietăţile betonului proaspăt şi întărit, producerea, turnarea, tratarea) cofrajele, armătura; sunt stabilite criteriile pentru satisfacerea acestor cerinţe în contextul sistemului de control şi asigurare a calităţii, în vigoare.

1.2. Prevederile codului de practică vor fi adaptate şi completate prin reglementări specifice sau în lipsa acestora prin caiete de sarcini, întocmite de Proiectant în următoarele cazuri :

- construcţii specifice căilor de comunicaţii rutiere, feroviare, maritime şi aeriene (drumuri, poduri, tunele, piste aeroporturi, amenajări portuare, canale navigabile), construcţii hidrotehnice, recipienţi de presiune pentru centrale nucleare, platforme maritime etc.;
- alte construcţii cu structuri de rezistenţă speciale sau condiţii speciale de serviciu pentru care se elaborează prescripţii specifice. Caracterul de construcţie specială se stabileşte de către proiectant;
- construcţii proiectate după alte reglementări tehnice decât cele româneşti, sau construcţii la execuţia cărora sunt prevăzute a se utiliza produse, procedee, echipamente cu caracter de noutate ce trebuie agrementate conform legislaţiei în vigoare;
- betoane speciale : betoane foarte grele, betoane uşoare, betoane pe bază de polimeri, betoane refractare, betoane cu armare dispersă, precum şi betoane de înaltă performanţă;
- procedee tehnologice speciale : torcretare, vacuumare etc.

1.3. Caietele de sarcini elaborate pentru categoriile de lucrări menţionate la punctul 1.2. vor cuprinde :

- cerinţe pentru materialele componente ale betonului, armăturile sau alte materiale care se vor utiliza;
- cerinţe impuse betonului şi parametrii de bază ai compoziţiei acestuia;

- cerințe tehnologice pentru betonare (ordinea și ritmul de turnare,măsurile obligatorii în cazul unor condiții climatice deosebite sau întreruperi neprogramate);
- proiect de cofraj și susțineri (dacă este cazul);
- poziția rosturilor de lucru și modul de tratare a acestora;
- termenele de decofrare;
- măsurile de protecție a betonului proaspăt;
- tratarea betonului întărit;
- toleranțe de execuție;
- reguli de control al calității lucrărilor inclusiv precizarea fazelor determinante etc.

În aceste cazuri se recomandă colaborarea la proiectarea și executarea lucrărilor, a institutelor de cercetare, a catedrelor de specialitate din învățământul superior si a laboratoarelor autorizate.

1.4. Pentru asigurarea durabilității construcțiilor Proiectantul va analiza atât regimul de serviciu și de expunere, cât și gradul de agresivitate a mediului, stabilind clasa de expunere, conform tabelului 5.1. și cerințele impuse betonului corespunzătoare clasei de expunere respective conform tabelului 5.4.:

În caietul de sarcini și după caz în planșele de execuție, Proiectantul va menționa pe lângă clasa de rezistență a betonului și tipul de oțel beton și cerințele de durabilitate astfel:
- clasa de expunere;
- gradul de impermeabilitate;
- gradul de gelivitate;
- tipul de ciment;
- valoarea maximă a raportului A/C.

1.5. Detalierea regulilor de execuție și de control al calității se va face de către Executant cu respectarea prevederilor prezentului Cod, prin proceduri specifice sistemului de asigurare a calității.

Executantul lucrării va transmite Investitorului Planul calității care include Planul de control al calității, verificări și încercări (P.C.C.V.I.) și va anexa la cerere și procedurile de execuție și control.Investitorul va cere după caz și acordul Proiectantului.



1.6. Înainte de începerea lucrărilor, executantul este obligat să examineze amănunțit proiectul și să aducă la cunoștința investitorului, eventualele lipsuri, nepotriviri între diferite planuri sau dificultăți de adaptare la teren și execuție a proiectului.

1.7. În cazul lucrărilor executate pe timp friguros, se vor respecta prevederile normativului C 16 - 84.

1.8. Pe întreaga perioadă de executare a lucrărilor se vor respecta normele generale și normele specifice de protecția muncii în vigoare (Norme specifice de securitate a muncii pentru prepararea, transportul, turnarea betonului și executarea lucrărilor de B.A. și B.P. aprobate de Ministerul Muncii și Protecției Sociale cu Ordinul Nr. 136/14.04.1995), precum și normele de pază contra incendiilor.

1.9. Toate echipamentele utilizate pentru prepararea, transportul și punerea în operă a betonului, inclusiv a celor pentru prepararea agregatelor și fasonarea armăturilor, trebuie să fie atestate de Comisia Națională de Atestare a Mașinilor și Echipamentelor de Construcții - CNAMEC din MLPAT pentru a asigura calitatea lucrărilor executate precum și protecția vieții, a sănătății și a mediului în conformitate cu prevederile HG 1046-1996.

## CAPITOLUL 2

## PRINCIPALELE REGLEMENTĂRI TEHNICE în DOMENIU

| Nr.crt | Indicativ | Titlul reglementărilor | Publicată în : |
|---|---|---|---|
| | | A. Reglementări cu caracter general | |
| A.1. | STAS 10107/0-90 | Calculul şi alcătuirea elementelor din beton, beton armat şi beton precomprimat | |
| A.2. | P 100-92 | Normativ pentru proiectarea antiseismică a construcţiilor de locuinţe, social-culturale, agrozootehnice şi industriale. | Buletinul Construcţiilor nr. 1-2/92 |
| | | B. Reglementări privind execuţia lucrărilor de fundaţii | |
| B.1. | P 10-86 | Normativ privind proiectarea şi executarea lucrărilor de fundaţii directe la construcţii. | Buletinul Construcţiilor nr. 1/87 |
| B.2. | C 160-75 | Normativ privind alcătuirea şi executarea piloţilor pentru fundaţii. | Buletinul Construcţiilor nr. 6/75 |
| B.3. | C 215-88 | Instrucţiuni tehnice pentru elemente de fundaţii din beton cu adaos de cenuşă de centrală termoelectrică, situate în terenuri cu agresivităţi naturale şi industriale. | Buletinul Construcţiilor nr. 6/88 |
| | | C. Reglementări privind executarea lucrărilor de cofraje | |
| C.1. | C 41-86 | Normativ pentru alcătuirea, executarea şi folosirea cofrajelor glisante. | Buletinul Construcţiilor nr. 7/86 |
| C.2. | C 162-73 | Normativ pentru alcătuirea, executarea şi folosirea cofrajelor metalice plane pentru pereţii din beton monolit la clădiri. | Buletinul Construcţiilor nr. 7/74 |



| Nr.crt | Indicativ | Titlul reglementărilor | Publicată în : |
|---|---|---|---|
| C.3. | C 11-74 | Instrucţiuni tehnice privind alcătuirea şi folosirea în construcţii a panourilor din placaj pentru cofraje. | Buletinul Construcţiilor nr. 4/75 |
| C.4. | (în curs de apariţie) | Ghid pentru proiectarea şi utilizarea cofrajelor | |
| | | D. Reglementări privind executarea lucrărilor de betoane | |
| D.1. | C 16-84 | Normativ pentru realizarea pe timp friguros a lucrărilor de construcţii şi a instalaţiilor aferente. | Buletinul Construcţiilor nr. 6/86 |
| D.2. | P 59-86 | Instrucţiuni tehnice pentru proiectarea şi folosirea armării cu plase sudate a elementelor de beton. | Buletinul Construcţiilor nr. 10/86 |
| D.3. | C 28-83 | Instrucţiuni tehnice pentru sudarea armăturilor de oţel beton. | Buletinul Construcţiilor nr. 7/83 |
| D.4. | P 73-78 | Instrucţiuni tehnice pentru proiectarea şi executarea recipienţilor din beton armat şi beton precomprimat pentru lichide. | Buletinul Construcţiilor nr. 12/78 |
| D.5. | C 212-87 | Instrucţiuni tehnice pentru aplicarea procedeului tehnologic de vacuumare a betonului. | Buletinul Construcţiilor nr. 9/87 |
| D.6. | C 130-78 | Instrucţiuni tehnice pentru aplicarea prin torcretare a mortarelor şi betoanelor. | Buletinul Construcţiilor nr. 8/79 |
| D.7. | C 122-89 | Instrucţiuni tehnice pentru proiectarea şi executarea lucrărilor de construcţii din beton aparent cu parament natural. | Buletinul Construcţiilor nr. 2/91 |
| D.8. | C156-89 | Îndrumător pentru aplicarea prevederilor STAS 6657/3-89. Elemente prefabricate din beton, beton armat şi beton precomprimat. Procedee şi dispozitive de verificare a caracteristicilor geometrice. | Buletinul Construcţiilor nr. 1/91 |

| Nr.crt | Indicativ | Titlul reglementărilor | Publicată în : |
|---|---|---|---|
| D.9. | C 149-87 | Instrucțiuni tehnice privind procedee de remediere a defectelor pentru elemente de beton și beton armat. | Buletinul Construcțiilor nr. 5/87 |
| D.10. | PE 713-90 | Instrucțiuni tehnice departamentale pentru execuția și controlul betoanelor construcțiilor hidrotehnice. | RENEL / ISPH – BPE 1/90 |
| D.11. | C 155-89 | Normativ privind prepararea și utilizarea betoanelor cu agregate ușoare. | Buletinul Construcțiilor nr. 2/91 |
| D.12. | C 163-73 | Instrucțiuni tehnice pentru folosirea profilului încastrat PVC plastifiat, la etanșarea rosturilor în cadrul construcțiilor hidrotehnice. | Buletinul Construcțiilor nr. 2/74 |
| D.13. | C 237-92 | Instrucțiuni tehnice pentru utilizarea aditivului complex ADCOM la prepararea betoanelor de ciment. | Buletinul construcțiilor 1/93 |
| D.14. | C 238-92 | Instrucțiuni tehnice provizorii privind realizarea betoanelor de clasă (Bc 60-Bc 80). | Buletinul construcțiilor 1/93 |
| D.15. | C 248-93 | Instrucțiuni tehnice pentru realizarea betoanelor de nisip. | Buletinul construcțiilor 2/94 |
| D.16. | (În curs de apariție) | Specificație tehnică privind betoanele utilizate la realizarea elementelor prefabricate | |
| D.17. | NP 007 – 97 | Cod de proiectare pentru structuri și cadre din beton armat. | Reglementări în construcții INCERC nr. 70/97 |
| D.18. | P 85 – 97 | Cod de proiectare pentru structuri cu pereți structurali. | Buletinul construcțiilor 10/96 |



| Nr.crt | Indicativ | Titlul reglementărilor | Publicată în : |
|---|---|---|---|
| E. Reglementări privind verificarea calității și recepția lucrărilor de construcții și instalații | | | |
| E.1. | C 56-85 | Normativ pentru verificarea calității și recepția lucrărilor de construcții. | Buletinul Construcțiilor nr. 1-2/86 |
| E.2. | C 26-85 | Normativ pentru încercarea betonului prin metode nedistructive. | Buletinul Construcțiilor nr. 8/85 și 2/87 |
| E.3. | C 54-81 | Instrucțiuni tehnice pentru încercarea betonului cu ajutorul carotelor. | Buletinul Construcțiilor nr. 2/82 |
| E.4. | C 117-70 | Instrucțiuni tehnice pentru folosirea radiografiei la determinarea defectelor din elementele de beton armat. | Buletinul Construcțiilor nr. 9/70 |
| E.5. | C 200-81 | Instrucțiuni tehnice pentru controlul calității betonului la construcții inginerești îngropate, prin metoda carotajului sonic. | Buletinul Construcțiilor nr. 6/82 |
| E.6. | C 150-84 | Normativ privind calitatea îmbinărilor sudate din oțel ale construcțiilor civile, industriale și agricole. | Buletinul Construcțiilor nr. 7/84 |
| F. Reglementări privind executarea lucrărilor de protecție a construcțiilor în condiții de agresivitate. | | | |
| F.1. | C 170-87 | Instrucțiuni tehnice de protecția elementelor din beton armat și beton precomprimat supraterane situate în medii agresive naturale și industriale. | Buletinul Construcțiilor nr. 7/88 |
| F.2. | C 210-82 | Norme tehnice privind protecția anticorozivă a bazinelor de beton armat pentru neutralizarea și epurarea apelor industriale. | Buletinul Construcțiilor nr. 7/82 și 4/85 |

| Nr.crt | Indicativ | Titlul reglementărilor |
|---|---|---|
| | | G. Standarde |
| CIMENT | | |
| G.1. | SR 388/95 | Ciment Portland. |
| G.2. | SR 1500 / 96 | Cimenturi compozite uzuale de tip II, III, IV, V. |
| G.3. | SR 3011/96 | Cimenturi hidrotehnice şi cimenturi rezistente la sulfaţi. |
| G.4. | SREN 196-7/95 | Metode de încercare a cimenturilor. Metode de prelevare şi pregătirea probelor de ciment. |
| G.5. | SREN 196-6/94 | Metode de încercare a cimenturilor. Determinarea fineţei. |
| G.6. | SREN 196-3/97 | Metode de încercare a cimenturilor. Determinarea timpului de priză şi a constanţei de volum. |
| G.7. | SR 227-5/ 96 | Cimenturi. Încercări fizice. Determinarea căldurii de hidratare. |
| G.8. | SREN 196-1/95 | Metode de încercare a cimenturilor. Determinarea rezistenţelor mecanice. |
| G.9. | SR 6232-96 | Cimenturi, adaosuri minerale şi aditivi.Vocabular. |
| G.10. | SREN 196-2 / 95 | Metode de încercare a cimenturilor. Analiza chimică a cimenturilor. |
| G.11. | SREN 196-4 / 95 | Metode de încercare a cimenturilor. Determinarea cantitativă a constituienţilor. |
| G.12. | SREN 196-5/ 95 | Metode de încercare a cimenturilor. Testul de puzzolanicitate pentru cimenturile puzzolanice. |
| G.13. | SREN 196-21/ 94 | Metode de încercare a cimenturilor. Determinarea conţinutului în cloruri, în $CO_2$ şi alcalii în cimenturi. |
| G.14. | SR 7055/96 | Ciment Portland alb. |
| G.15 | SP1 - 1994 | Cimenturi cu adaos de calcar sau calcar dolomitic. |
| G.16. | SP3 - 1995 | Ciment Portland de tip BS 12-78 |
| G.17. | SP4 - 1997 | Cimenturi Portland colorate. |
| G.18. | SP5 - 1995 | Ciment Portland aditivat. |
| G.19. | SP6 - 1995 | Cimenturi hidrotehnice aditivate. |
| G.20. | SP7 - 1995 | Cimenturi pentru drumuri cu adaos CD 345. |
| G.21. | SP8 - 1995 | Cimenturi pentru drumuri cu adaos/aditivate. |



| Nr.crt | Indicativ | Titlul reglementărilor |
|---|---|---|
| AGREGATE | | |
| G.22. | STAS 1667-76 | Agregate naturale grele pentru betoane şi mortare cu lianţi minerali. |
| G.23. | STAS 662-89 | Lucrări de drumuri. Agregate naturale de balastieră. |
| G.24. | SR 667-97 | Agregate şi piatră prelucrată pentru drumuri. Condiţii tehnice generale de calitate. |
| G.25. | STAS 4606-80 | Agregate naturale grele pentru betoane şi mortare cu lianţi minerali. Metode de încercare. |
| G.26. | STAS 2386-79 | Agregate minerale uşoare. Condiţii tehnice generale de calitate. |
| G.27. | STAS 7343-80 | Agregate minerale uşoare. Granulit. |
| G.28. | STAS 8177-68 | Agregate din zgură expandată pentru betoane uşoare. |
| APA | | |
| G.29. | STAS 790-84 | Apă pentru betoane şi mortare. |
| ADITIVI | | |
| G.30. | STAS 8573-78 | Aditiv impermeabilizator pentru mortare de ciment. |
| G.31. | STAS 8625-90 | Aditiv plastifiant mixt pentru betoane. |
| BETOANE | | |
| G.32. | (în curs de apariţie) | Specificaţie tehnică. Betoane - Terminologii, cerinţe, niveluri de performanţă. |
| G.33. | STAS 3349/1-83 | Betoane de ciment. Prescripţii pentru stabilirea gradului de agresivitate a apei. |
| G.34. | STAS 3349/2-83 | Betoane de ciment. Prescripţii pentru stabilirea agresivităţii apei faţă de betoanele construcţiilor hidroenergetice. |
| G.35. | STAS 1759-88 | Încercări pe betoane. Încercări pe betonul proaspăt. Determinarea densităţii aparente a lucrabilităţii, a conţinutului de agregate fine şi a începutului de priză. |

| Nr.crt | Indicativ | Titlul reglementărilor |
|---|---|---|
| G.36. | STAS 5479-88 | Încercări pe betoane. Încercări pe betonul proaspăt. Determinarea conţinutului de aer oclus. |
| G.37. | STAS 2320-88 | Încercări pe betoane şi mortare. Tipare metalice demontabile pentru confecţionarea epruvetelor.. |
| G.38. | STAS 1275-88 | Încercări pe betoane. Încercări pe betonul întărit. Determinarea rezistenţelor mecanice. |
| G.39. | STAS 2414-91 | Încercări pe betoane. Determinarea densităţii, compactităţii şi porozităţii betonului întărit. |
| G.40. | STAS 3519-76 | Încercări pe betoane. Verificarea impermeabilităţii la apă. |
| G.41. | STAS 3518-89 | Încercări de laborator ale betoanelor. Determinarea rezistenţei la îngheţ-dezgheţ (gelivitate). |
| G.42. | STAS 5440-70 | Betoane de ciment. Verificarea reacţiei alcalii-agregate. |
| G.43. | STAS 2833-80 | Încercări pe betoane. Determinarea contracţiei axiale a betonului întărit. |
| G.44. | STAS 5585-71 | Încercări pe betoane. Determinarea modulului de elasticitate static la compresiune al betonului. |
| G.45. | STAS 6652/1-82 | Încercări nedistructive ale betonului. Clasificare şi indicaţii generale. |
| G.46. | STAS 9602-90 | Beton de referinţă. Prescripţii pentru confecţionare şi încercări. |
| G.47. | STAS 6102-86 | Beton pentru construcţii hidrotehnice. Clasificare şi condiţii tehnice de calitate. |
| G.48. | SR 183/1 - 95 | Lucrări de drumuri. Îmbrăcăminţi din beton de ciment. Condiţii tehnice generale de calitate. |
| G.49. | STAS 1799-88 | Construcţii de beton, beton armat şi beton precomprimat. Tipul şi frecvenţa verificărilor calităţii materialelor şi betoanelor destinate executării lucrărilor de construcţii din beton, beton armat şi beton precomprimat. |
| G.50. | STAS 3622 - 86 | Betoane de ciment - clasificare |
| G.51. | STAS 5511-89 | Încercări pe betoane. Determinarea aderenţei beton-armătură. |



| Nr.crt | Indicativ | Titlul reglementărilor |
|---|---|---|
| G.52. | ISO 9812 | Consistenţa betonului. Metoda răspândirii. |
| G.53. | ISO 7031 | Determinarea impermeabilităţii betonului. |
| G.54. | ENV 206 | Specificaţie tehnică. Betoane - teminologii, cerinţe, niveluri de performanţă. |
| G.55. | CEB-FIP | Model code 1990 nr.205 Partea D- Tehnologia betonului. |
| G.56. | Eurocode 2 | Calculul şi alcătuirea structurilor de beton. |
| G.57. | STAS 6605-78 | Încercările metalelor. Încercarea la tracţiune a oţelului beton, a sârmei şi a produselor din sârmă pentru beton precomprimat. |
| G.58. | SR-ISO 7438-92 | Materiale metalice. Încercarea la îndoire. |
| G.59. | SR-ISO 7801-93 | Materiale metalice. Încercarea la îndoire alternantă. |
| G.60 | STAS 438/1-89 | Oţel beton laminat la cald. |
| G.61. | STAS 438/2-91 | Sârmă rotundă profilată. |
| G.62 | SR 438/3-98 | Plase sudate. |
| G.63. | SR 438/4-98 | Sârmă cu profil periodic obţinută prin deformare plastică la rece. |
| G.64. | ST 009-96 | Specificaţie privind cerinţe şi criterii de performanţă pentru armături.(Buletinul construcţiilor nr.11/97) |
| G.65. | (în curs de apariţie) | Ghid pentru utilizarea cimenturilor româneşti fabricate conform normelor europene şi stabilirea compoziţiei betoanelor. |
| G.66. | (în curs de apariţie) | Specificaţie tehnică. Glosar de termeni privind degradările şi lucrările de intervenţie la construcţii. |

## 3. TERMENI - DEFINIŢII

| Nr.crt | TERMEN | DEFINITIE |
|---|---|---|
| 1. | BETON DE CIMENT | Material compozit obţinut prin omogenizarea amestecului de ciment, agregate şi apă format prin întărirea pastei de ciment (ciment şi apă). Pe lângă aceste componente de bază, betonul mai poate conţine adaosuri şi/sau aditivi.<br>Notă : Dacă mărimea maximă a granulei de agregate este de 3(5)mm., materialul care rezultă este denumit mortar. |
| 2. | BETON PROASPĂT | Starea betonului din momentul amestecării componenţilor până la începutul prizei cimentului din beton.<br>În această perioadă betonul are deformaţie plastică şi poate fi compactat prin diverse metode specifice. |
| 3. | BETON ÎNTĂRIT | Material compozit format din pietriş şi o matrice (piatră de ciment şi agregate fine) cu structură de conglomerat, proprietăţi de piatră artificială şi caracterizat prin rezistenţe mecanice evolutive. |
| 4. | ŞARJĂ | Cantitatea de beton amestecat într-un ciclu de amestecare a malaxorului/ sau cantitatea de beton transportat ca beton marfă într-un vehicul/ sau cantitatea de beton descărcată sub o amestecare continuă într-un minut. |
| 5. | BETON MARFĂ | Beton preparat într-o instalaţie care produce beton, în afara şantierului de construcţie şi livrat de producător ca beton proaspăt. Responsabilitatea livrării amestecului specificat (amestec de beton prescris) sau a furnizării unui beton cu performanţele cerute (amestec de beton proiectat) revine producătorului de beton. |
| 6. | BETON PUS ÎN OPERĂ | Beton preluat de executant de la producător şi pus în operă. Responsabilitatea realizării performanţelor betonului în structură (prin turnare, compactare, tratare, etc.) revine executantului. |



| Nr.crt | TERMEN | DEFINITIE |
|---|---|---|
| 7. | BETON PREPARAT ÎN ŞANTIER | Beton preparat într-o instalaţie în şantierul de construcţii. |
| 8. | BETON UŞOR | Beton cu densitate aparentă în stare uscată (105° C) de maxim 2000 kg / $m^3$. Este produs în întregime sau parţial prin utilizarea agregatelor cu structură poroasă (uşoară). |
| 9. | BETON CU DENSITATE NORMALĂ (SEMIGREU ŞI GREU) | Beton cu densitate aparentă în stare uscată (105° C) mai mare de 2000 kg/$m^3$, dar nu mai mult de 2500 kg/$m^3$. |
| 10. | BETON FOARTE GREU | Beton cu densitate aparentă în stare uscată (105° C) mai mare de 2500 kg/$m^3$. |
| 11. | ADITIV | Produs chimic care se adaugă în beton, în cantităţi mici faţă de masa cimentului, înainte sau în timpul amestecării betonului în scopul modificării după necesităţi a proprietăţilor în stare proaspătă şi/sau întărită ale betonului. |
| 12. | ADAOS | Material anorganic fin ce se adaugă în beton pentru a îmbunătăţi anumite proprietăţi sau pentru a obţine proprietăţi speciale. Există două tipuri de adaosuri : adaosuri practic inerte, respectiv puzzolanice (hidraulice) în condiţii de temperatură şi presiune normală. |
| 13. | AGREGATE | Materiale granulare naturale (de balastieră sau concasate) sau artificiale cu forma şi mărimea granulelor adecvate realizării betonului. |
| 14. | AGREGATE UŞOARE | Agregate naturale semiartificiale constând din granule cu o structură poroasă şi cu densitate aparentă mai mică de 900 kg/$m^3$. |
| 15. | AGREGATE CU DENSITATE NORMALĂ (GRELE) | Agregate cu densitatea aparentă cuprinsă între 1201 kg/$m^3$ şi 2000 kg/$m^3$. |

| Nr.crt | TERMEN | DEFINITIE |
|---|---|---|
| 16. | AGREGATE FOARTE GRELE | Agregate care au o densitate aparentă mai mare de 2001 kg/m$^3$. |
| 17. | CIMENT | Liant hidraulic, sub formă de material anorganic fin măcinat. În amestec cu apa formează o pastă care face priză şi se întăreşte prin reacţiile şi procesele de hidratare. După întărire îşi menţine rezistenţa şi stabilitatea chiar şi sub apă. |
| 18. | CANTITATEA DE APĂ | Apa de amestecare plus apa conţinută de agregate, de aditivi şi adaosuri (uneori posibil apa provenită din gheaţa adăugată). |
| 19. | RAPORTUL APĂ / CIMENT | Raportul dintre cantitatea de apă şi conţinutul de ciment din beton. |
| 20. | AER ANTRENAT | Aerul încorporat în beton în mod intenţionat în timpul amestecării, utilizând un agent de suprafaţă activ. De regulă, porii au un diametru 10 - 1000 μm, fiind sferici sau aproape sferici. |
| 21. | AER OCLUS | Goluri de aer în beton care nu sunt antrenate în mod intenţionat şi care sunt semnificativ mai mari decât porii de aer antrenat, dimensiunea lor fiind mai mare sau egală cu 1 mm. |
| 22. | AMESTEC DE BETON PROIECTAT | Un amestec pentru care beneficiarul specifică performanţele necesare ale betonului, iar producătorul este responsabil să furnizeze un amestec care să asigure aceste performanţe. |
| 23. | AMESTEC DE BETON PRESCRIS | Un amestec pentru care beneficiarul specifică compoziţia amestecului şi materialele ce se folosesc. Producătorul este responsabil să furnizeze amestecul specificat, dar nu răspunde de performanţele acestuia. |
| 24. | LUCRABILITATE A BETONULUI PROASPĂT | Proprietatea betonului proaspăt (cu păstrarea omogenităţii) de a asigura umplerea cofrajelor şi înglobarea armăturilor. Se apreciază pe baza consistenţei betonului determinată prin metode specifice : tasare, remodelare, grad de compactare şi răspândire. |



# 4. MATERIALE UTILIZATE LA PREPARAREA BETOANELOR

## 4.1. CIMENT

### 4.1.1.Tipuri de ciment. Clase şi cerinţe

Cimenturile vor satisface cerinţele din standardele naţionale de produs sau din standardele profesionale.

Cimenturile uzuale se clasifică după cum urmează :

- ciment Portland (tip I.)
- ciment Portland compozit (tip II.)
- ciment de furnal (tip III.)
- ciment puzzolanic (tip IV.)
- ciment compozit (tip V.)

Denumirea cimentului este dată de nucleul acestuia.

Nucleul cimentului este denumirea dată amestecului de clincher Portland cu alte componente principale în proporţie de 95 - 100 % şi cu componente minore în proporţie de 0 - 5 %, exclusiv sulfatul de calciu şi aditivii.

Componentele principale care intră în compoziţia nucleului de ciment sunt clincherul Portland, zgura granulată de furnal, puzzolane naturale şi industriale, cenuşă de termocentrală, şisturi calcinate, calcare, praf de silice, filere.

Noile tipuri de cimenturi sunt prezentate în ANEXA I.1..

Fiecare tip de ciment cu adaosuri se produce în mai multe variante de compoziţie, care se diferenţiază prin procentele de clincher şi celelalte componente principale. Aceste procente, de regulă, pot fi :

- 80 - 94 % clincher şi 6 - 20 % alte componente principale;
- 65 - 79 % clincher şi 21 - 35 % alte componente principale.

Funcţie de rezistenţa standard, se pot defini trei clase de rezistenţă pentru cimenturi: 32,5; 42,5 şi 52,5. Funcţie de rezistenţa iniţială pentru fiecare clasă de rezistenţă standard sunt definite: o clasă cu rezistenţa iniţială normală şi o clasă cu rezistenţa iniţială mare (simbolizată R).

Clasa de rezistenţă este definită prin rezistenţa standard la 28 de zile.

Cerinţele pentru clasele de rezistenţă sunt prezentate în tabelul 4.1.

TABELUL 4.1.

| Clasa | Rezistența la compresiune N/mm² | | |
|---|---|---|---|
| | Rezistența inițială | | Rezistența standard |
| | 2 zile | 7 zile | 28 zile |
| 32,5 | - | ≥16 | ≥ 32,5 ≤ 52,5 |
| 32,5 R | ≥ 10 | - | |
| 42,5 | ≥ 10 | - | ≥ 42,5 ≤ 62,5 |
| 42,5 R | ≥ 20 | - | |
| 52,5 | ≥ 20 | - | ≥ 52,5 - |
| 52,5 R | ≥ 30 | - | |

Cerințele fizice ale cimenturilor uzuale sunt prezentate în tabelul 4.2.

TABELUL 4.2.

| Clasa de rezistență | Timpul inițial de priză (min.) | Stabilitate (mm.) |
|---|---|---|
| 32,5<br>32,5 R<br>42,5<br>42,5 R | ≥ 60 | ≤ 10 |
| 52,5<br>52,5 R | ≥ 45 | ≤ 10 |

Cerințele chimice pentru cimenturile uzuale sunt prezentate în TABELUL 4.3.



TABELUL 4.3

| Caracteristică | Tip ciment | Clasa de rezistență a cimentului | Condiții (%) |
|---|---|---|---|
| Pierderi la calcinare | I.<br>III/A. | toate clasele | ≤ 5,0 |
| Rezidul insolubil | I.<br>III/A. | toate clasele | |
| Conținut în sulfați ($SO_3$) | I.<br>II.<br>IV/A. | 32,5<br>32,5 R<br>42,5 | ≤ 3,5 |
| | V/A. | toate clasele | |
| | III/A. | toate clasele | ≤ 4,0 |
| | toate tipurile | 42,5 R<br>52,5<br>52,5 R | |
| Conținut în cloruri | toate tipurile | toate clasele | ≤ 0,1 |
| Puzzolanicitate | IV/A. | toate clasele | să satisfacă incercarea de puzzolanicitate |

### 4.1.2. Alegerea tipului de ciment

În stadiul de proiectare a elementului sau structurii de rezistență trebuie să se țină seama de criterii semnificative pentru alegerea. tipului şi clasei de rezistență a cimentului utilizat :

- rezistența caracteristică necesară betonului;
- viteza de dezvoltare a rezistenței;
- condiții de execuție şi tehnologie adoptată;
- condiții de serviciu şi expunere a structurii (de ex. mediu agresiv, îngheț - dezgheț cu sau fără agenți chimici, etc.)

In anexa I.2. tabelele I.2.1. I.2.2. si I.2.3. se indică tipurile de ciment funcție de condițiile de expunere, având în vedere următoarele:

Dacă se urmărește obținerea unor clase superioare pentru beton se recomandă folosirea cimenturilor de clasă superioară şi a aditivilor reducători de apă.

Cimenturile Portland, tip I. sau alte tipuri de cimenturi cu conținut ridicat de clincher și în particular cimenturile cu rezistență inițială mare (R) dezvoltă o viteză de întărire mult mai rapidă decât a cimenturilor având un conținut ridicat de componente. Acestea sunt recomandate în situațiile în care este necesară obținerea rezistenței prestabilite la o vârstă inferioară celei de 28 zile.

În cazul unor elemente masive se vor folosi cimenturi care prezintă valori mici ale căldurii de hidratare în vederea evitării fisurării termice și aditivii întârzietori de priză.

În cazul în care temperatura în timpul turnării este scăzută, se vor folosi cimenturile cu întărire rapidă (R) și aditivii acceleratori, iar în cazul turnării pe timp călduros, cimenturile cu întărire lentă și aditivii întârzietori.

În condiții speciale de expunere, dacă betonul este în contact cu apa ce conține de ex. sulfați peste 500 mg./l. sau cu solul cu conținut de peste 3000 mg./kg. se recomandă folosirea cimenturilor rezistente la sulfați.

Dacă folosirea agregatelor reactive nu poate fi evitată, trebuie folosite cimenturi cu un conținut scăzut în $Na_2O$, $K_2O$ conform specificației tehnice pentru betoane.

În cazuri speciale ale condițiilor de exploatare sau de execuție, alegerea tipului de ciment se va face pe baza unor reglementări tehnice specifice sau cu avizul unui institut de cercetări sau laborator de specialitate.

### 4.1.3. Livrare și transport

Cimentul se livrează ambalat în saci de hârtie sau în vrac transportat în vehicule rutiere, vagoane de cale ferată, însoțit de documentele de certificare a calității.

În cazul cimentului vrac transportul se face numai în vehicole rutiere cu recipiente speciale sau vagoane de cale ferate speciale tip Z. V. C. cu descărcare pneumatică.

Cimentul va fi protejat de umezeală și impurități în timpul depozitării și transportului.

În cazul în care utilizatorul procură cimentul de la un depozit (bază de livrare) livrarea cimentului va fi însoțită de o declarație de conformitate, în care se va menționa :

- tipul de ciment și fabrica producătoare;
- data sosirii în depozit;



- numărul certificatului de calitate eliberat de producător și datele înscrise în acesta;
- garanția respectării condițiilor de păstrare;
- numărul buletinului de analiză a calității cimentului efectuată de un laborator autorizat și datele conținute în acesta inclusiv precizarea condițiilor de utilizare în toate cazurile în care termenul de garanție a expirat.

Obligațiile furnizorului referitoare la garantarea cimentului se vor înscrie în contractul între furnizor și utilizator.

Conform standardului SREN 196 - 7 pentru verificarea conformității unei livrări sau a unui lot cu prevederile standardelor, cu cerințele unui contract sau cu specificațiile unei comenzi, prelevarea probelor de ciment trebuie să aibă loc în prezența producătorului (vânzătorului) și a utilizatorului. De asemenea, prelevarea probelor de ciment poate să se facă în prezența utilizatorului și a unui delegat a cărui imparțialitate să fie recunoscută atât de producător cât și de utilizator.

Prelevarea probelor se face în general înaintea sau în timpul livrării. Totuși dacă este necesar, se poate face după livrare, dar cu o întârziere de maximum 24 ore.

### 4.1. 4. Depozitarea

Depozitarea cimentului se face numai după recepționarea cantitativă și calitativă a cimentului conform prevederilor din Anexa VI.1. inclusiv prin constatarea existenței și examinarea documentelor de certificare a calității și verificarea capacității libere de depozitare în silozurile destinate tipului respectiv de ciment sau în încăperi special amenajate.

Până la terminarea efectuării determinărilor acesta va fi depozitat în depozitul tampon inscripționat.

Depozitarea cimentului în vrac se va face în celule tip siloz, în care nu au fost depozitate anterior alte materiale, marcate prin înscriere vizibilă a tipului de ciment. Depozitarea cimentului ambalat în saci trebuie să se facă în încăperi închise. Pe întreaga perioadă de exploatare a silozurilor se va ține evidența loturilor de ciment depozitate pe fiecare siloz prin înregistrarea zilnică a primirilor și a livrărilor. Sacii vor fi așezați în stive pe scânduri dispuse cu interspații pentru a se asigura circulația aerului la partea inferioară a stivei și la o distanță de 50 cm de la pereții exteriori, păstrând împrejurul lor un spațiu

suficient pentru circulație. Stivele vor avea cel mult 10 rânduri de saci suprapuși.

Nu se va depăși termenul de garanție prescris de producător pentru tipul de ciment utilizat.

Cimentul rămas în depozit peste termenul de garanție sau în condiții improprii de depozitare va putea fi întrebuințat la lucrări de beton și beton armat numai după verificarea stării de conservare și a rezistențelor mecanice.

### 4.1.5. Controlul calității cimentului

Controlul calității cimentului se face :

- la aprovizionare inclusiv prin verificarea certificatului de calitate/garanție emis de producător sau de baza de livrare conform punctului 4.1.3.;
- înainte de utilizare, de către un laborator autorizat.

Controlul calității cimentului este prezentat la punctul 17.2.1.1. și în ANEXA VI.1.

## 4.2. AGREGATE

### 4.2.1. Condiții generale

4.2.1.1La executarea elementelor și construcțiilor din beton și beton armat cu densitate aparentă normală (2001 - 2500 kg/m$^3$), se folosesc agregate cu densitate normală (1201 - 2000 kg/m$^3$) provenite din sfărâmarea naturală și/sau concasarea rocilor.

4.2.1.2Agregatele vor satisface cerințele prevăzute în reglementările tehnice specifice (STAS 1667- 76 și după caz STAS 662-89 și SR 667-98).

### 4.2.2 Producerea și livrarea agregatelor

Deținătorii de balastiere/cariere sunt obligați să prezinte la livrare certificatul de calitate pentru agregate și certificatul de conformitate eliberat de un organism de certificare acreditat.

4.2.2.1. Stațiile de producere a agregatelor (balastierele) vor funcționa numai pe bază de atestat eliberat de o comisie internă în prezența unui reprezentant desemnat de ISCLPUAT.



4.2.2.2. Pentru obținerea atestatului, stațiile de producere a agregatelor trebuie să aibă un sistem propriu de asigurare a calității (sau să funcționeze în cadrul unui agent economic cu sistem de asigurare a calității care să cuprindă și această activitate) care să fie cunoscut, implementat, și să asigure calitatea produsului livrat la nivelul prevederilor din reglementari, comenzi, sau contracte. Șeful stației va fi atestat de I.S.C.L.P.U.A.T.prin inspecțiile teritoriale.Reatestarea stației se va face după aceiași procedură la fiecare 2(doi)ani.

Pentru aceasta, stațiile de producere a agregatelor trebuie să dispună de:

- autorizațiile necesare exploatării balastierii și documentele care să dovedească natura zăcământului;
- documentele cu privire la sistemul de asigurare a calității adoptat (de exemplu: manualul de calitate, proceduri generale de sistem, proceduri operaționale, plan de calitate, regulament de funcționare, fișele posturilor etc.);
- depozite de agregate, cu platforme amenajate și având compartimente separate și marcate pentru numărul necesar de sorturi rezultate;
- utilaje de sortare, spălare etc, în bună stare de funcționare, atestate CNAMEC;
- personal care va avea cunoștințele și experiența necesare pentru acest gen de activități ce se va dimensiona în concordanță cu prevederile sistemului de asigurare a calității;
- laborator autorizat sau dovada colaborării prin convenție sau contract cu alt laborator autorizat.

4.2.2.3 Comisia de atestare internă va avea urmatoarea componență:

- președinte- conducatorul tehnic al agentului economic (cu studii de specialitate) sau în lipsa acestuia un specialist atestat de MLPAT ca "Responsabil tehnic cu execuția", angajat permanent sau în regim de colaborare;
- membrii;
- specialist cu atribuții în domeniul controlului de calitate;
- specialist cu atribuții în domeniul de mecanizare;
- șeful laboratorului autorizat al unității tutelare sau al laboratorului cu care s-a încheiat o convenție sau un contract de colaborare.

În cazul în care atributiile specialistului din domeniul controlului de calitate sunt exercitate prin cumul de funcții (în conformitate cu sistemul de asigurare a calității adoptat) de una din persoanele nominalizate în comisie nu va mai fi necesară participarea unui alt specialist.

Specialistul din domeniul mecanizării va putea fi angajat în regim de colaborare pentru participarea la acțiunile privind atestarea balastierei și va avea cunoștințele necesare verificării tehnice a utilajelor și aparaturii utilizate.

4.2.2.4 Verificările periodice se vor face trimestrial de către comisia de atestare pentru menținerea condițiilor avute în vedere la atestare și funcționarea sistemului de asigurare a calității.

4.2.2.5 În vederea rezolvării neconformităților constatate cu ocazia auditului intern, a verficărilor trimestriale, sau a inspecțiilor efectuate de organismele abilitate,agentul economic(stația de preparare agregate sau forul tutelar) va lua măsuri preventive sau corective după caz. Aducerea la îndeplinire a acțiunilor corective se comunică în maximum 24 ore organului constatator pentru a decide în conformitate cu prevederile punctului 4.2.2.6.

4.2.2.6. În situația constatării unor deficiențe cu implicații asupra calității agregatelor se vor lua următoarele masuri:

a) OPRIREA livrării de agregate pentru betoane dacă se constată cel puțin una din următoarele deficiențe:
   - deteriorarea pereților padocurilor de depozitare a agregatelor;
   - deteriorarea platformei de depozitare a agregatelor;
   - lipsa personalului calificat ce deservește stația;
   - nerespectarea instrucțiunilor de întreținere a utilajelor;
   - alte deficiențe ce pot afecta nefavorabil calitatea agregatelor;

b) OPRIREA funcționării stației de producere a agregatelor în baza uneia din următoarele constatări:
   - dereglarea utilajelor de sortare/spălare a agregatelor;
   - obținerea de rezultate necorespunzătoare privind calitatea
   - agregatelor;
   - nerespectarea efectuării încercarilor conform reglementărilor în vigoare;
   - nefuncționarea sistemului de asigurare a calității.

În aceste cazuri reluarea activității în condiții normale se va face pe baza reconfirmării certificatului de atestare de catre comisia de atestare.



**4.2.3.** Alegerea dimensiunii maxime a agregatelor se va face conform punctului 6.2.2.

**4.2.4** Agregatele ce sunt utilizate la prepararea betoanelor care vor fi expuse în medii umede trebuie verificate în prealabil prin analiza reactivității cu alcaliile din beton.

**4.2.5. Transportul și depozitarea**

Agregatele nu trebuie să fie contaminate cu alte materiale în timpul transportului sau depozitării.

Depozitarea agregatelor trebuie făcută pe platforme betonate având pante și rigole de evacuare a apelor. Pentru depozitarea separată a diferitelor sorturi se vor crea compartimente cu înălțime corespunzătoare pentru evitarea amestecării cu alte sorturi. Compartimentele se vor marca cu tipul de sort depozitat.

Nu se admite depozitarea direct pe pământ sau pe platforme balastate.

**4.2.6. Controlul calității agregatelor**

Controlul calității agregatelor este prezentat la punctul 17.2.1.1. și în ANEXA VI. 1., iar metodele de verificare sunt reglementate în STAS 4606/80.

4.3. APA

**Apa de amestecare utilizată la prepararea betoanelor poate să provină din rețeaua publică sau din altă sursă, dar în acest ultim caz trebuie să indeplinească condițiile tehnice prevăzute în STAS 790 / 84**

4.4. ADITIVI

**4.4.1. Tipuri de aditivi și efecte asupra betoanelor**

**4.4.1.1. Aditivii sunt produse chimice care se adaugă în beton în cantități mai mici sau egale cu 5 % substanță uscată față de masa cimentului în scopul îmbunătățirii / modificării proprietăților betonului în stare proaspătă și / sau întărită.**

4.4.1.2.Aditivii trebuie să îndeplinească cerinţele din reglementările specifice sau agrementele tehnice în vigoare. Aditivii nu trebuie să conţină substanţe care să influenţeze negativ proprietăţile betonului sau să producă coroziunea armăturii.(ex. : clor)

4.4.1.3. Principalele grupe (clase) de aditivi care se întâlnesc în practica curentă a betoanelor sunt diferite în funcţie de efectul principal pe care aditivul îl are asupra proprietăţilor betonului.

Aceste grupe de bază sunt :

- aditivi reducători de apă
- aditivi intens reducători de apă
- aditivi plastifianţi
- aditivi superplastifianţi
- aditivi acceleratori de priză
- aditivi intârzietori de priză
- aditivi acceleratori de întărire
- aditivi antrenatori de aer
- aditivi anti-îngheţ
- aditivi impermeabilizatori
- aditivi inhibitori de coroziune

4.4.1.4. Efectul aditivilor asupra proprietăţilor betonului este în realitate un efect complex – pe lângă efectul principal existând şi unul sau mai multe efecte secundare mai mult sau mai puţin pronunţate.

Efectele principale şi secundare ale aditivilor curent utilizaţi precum şi influenţa acestora asupra caracteristicilor betonului în stare proaspătă şi întărită sunt prezentate în ANEXA I 3.

### 4.4.2. Condiţii de utilizare

4.4.2.1. Utilizarea aditivilor la prepararea betoanelor are drept scop :

- îmbunătăţirea lucrabilităţii betoanelor destinate executării elementelor cu armături dese, secţiuni subţiri, înălţime mare de turnare;
- punerea în operă a betoanelor prin pompare;
- îmbunătăţirea gradului de impermeabilitate în cazul recipienţilor sau a elementelor expuse la intemperii sau situate în medii agresive;
- îmbunătăţirea comportării la îngheţ – dezgheţ;
- realizarea de betoane de clasă superioară;



- reglarea procesului de întărire, întârziere sau accelerare de priză în funcţie de cerinţele tehnologice;
- creşterea rezistenţei şi a durabilităţii prin îmbunătăţirea structurii betonului;

4.4.2.2.Utilizarea aditivilor la prepararea betoanelor este obligatorie în cazurile menţionate în tabelul 4.4.

BETOANE PREPARATE OBLIGATORIU CU ADITIVI

Tabelul 4.4.

| Nr.crt. | Categoria de betoane | Aditiv recomandat | Observaţii |
|---|---|---|---|
| 1 | Betoane supuse la îngheţ – dezgheţ repetat | antrenor de aer | |
| 2 | Betoane cu permeabilitate redusă | reducător de apă – plastifiant | după caz :<br>- intens reducător – superplastifiant<br>- impermeabilizator |
| 3 | Betoane expuse în condiţii de agresivitate intensă şi foarte intensă | Idem | după caz :<br>- intens reducător – superplastifiant<br>- inhibitor de coroziune |
| 4 | Betoane de rezistenţă având clasa cuprinsă între C 12 / 15 şi C 30 / 37 inclusiv | plastifiant sau superplastifiant | Tasarea betonului :<br>T3 – T 3/T4<br>sau T4 / T5 –T5 |
| 5 | Betoane executate monolit având clasa ≥ C 35 / 45 | superplastifiant – intens reducător de apă | |
| 6 | Betoane fluide – cu tasare egală cu T5 | superplastifiant | |
| 7 | Betoane masive<br>Betoane turnate prin tehnologii speciale (fără vibrare) | (Plastifiant)<br>Superplastifiant + Intârzietor de priză | |
| 8 | Betoane turnate pe timp călduros | Întârzietor de priză +Superplastifiant (Plastifiant) | |

| Nr.crt. | Categoria de betoane | Aditiv recomandat | Observaţii |
|---|---|---|---|
| 9 | Betoane turnate pe timp friguros | Anti-îngheţ + accelerator de priză | |
| 10 | Betoane cu rezistenţe mari la termene scurte | Acceleratori de întărire | |

Observaţii : Prevederea se aplică în termen cât mai scurt posibil de la intrarea în vigoare a prezentului cod de practică, dar nu mai mult de 3 luni de la publicare.

4.4.2.3. În cazurile în care Proiectantul apreciază că pentru realizarea cerinţelor de rezistenţă şi durabilitate este obligatorie folosirea numai anumitor tipuri de aditivi, atunci documentaţia proiectului trebuie să prevadă expres acest lucru .

4.4.2.4. În cazurile în care deşi nu sunt menţionate în tabelul 4.4. – Executantul apreciază că din motive tehnologice trebuie să folosească obligatoriu aditivi de un anumit tip, va solicita avizul proiectantului şi includerea acestora în documentaţia de execuţie.

4.4.2.5. Stabilirea tipului de aditivi sau a combinaţiei de aditivi se va face după caz de Proiectant, Executant sau Furnizorul de beton, luând în considerare recomandările din tabelul 4.4., ANEXA I 3 şi ANEXA I 4 – pct. 3.2.2.

4.4.2.6.În cazurile în care se folosesc concomitent două tipuri de aditivi a căror compatibilitate şi comportare împreună nu este cunoscută este obligatorie efectuarea de încercări preliminare şi avizul unui institut de specialitate.

4.4.2.7. Condiţiile concrete de utilizare

Condiţiile tehnice pentru materialele componente (altele decât cele obişnuite) prepararea, transportul, punerea în lucrare şi tratarea betonului, vor fi stabilite de la caz la caz în funcţie de tipul de aditiv utilizat şi vor fi menţionate în fişa tehnologică de betonare.

4.5. ADAOSURI

**4.5.1.Condiţii generale**

Adaosurile sunt materiale anorganice fine ce se pot adăuga în beton în cantităţi de peste 5 % substanţă uscată faţă de masa cimentului, în vederea îmbunătăţirii caracteristicilor acestuia sau pentru a realiza proprietăţi speciale.



Adaosurile pot imbunătăţi următoarele caracteristici ale betoanelor: lucrabilitatea, gradul de impermeabilitate, rezistenţa la agenţi chimici agresivi.

Există două tipuri de adaosuri :

- inerte, inlocuitor parţial al părţii fine din agregate, caz în care se reduce cu cca 10 % cantitatea de nisip 0 – 3 mm din agregate. Folosirea adaosului inert conduce la îmbunătăţirea lucrabilităţii şi compactităţii betonului;
- active, caz în care se contează pe proprietăţile hidraulice ale adaosului. Adaosuri active sunt : zgură granulată de furnal, cenuşă, praful de silice, etc.

În cazul adaosurilor cu proprietăţi hidraulice, la calculul raportului A / C se ia în considerare cantitatea de adaos din beton ca parte liantă.

Utilizarea adaosurilor se face în conformitate cu reglementările tehnice specifice în vigoare, agremente tehnice sau pe baza unor studii întocmite de laboratoarele de specialitate. Condiţiile de utilizare, condiţiile tehnice pentru materiale componente, prepararea, transportul, punerea în lucrare şi tratarea betonului se stabilesc de la caz la caz, funcţie de tipul şi proporţia adaosului utilizat.

Adaosurile nu trebuie să conţină substanţe care să influenţeze negativ proprietăţile betonului sau să provoace corodarea armăturii.

Utilizarea cenuşelor de termocentrală se va face numai pe baza unor aprobări speciale cu avizul sanitar eliberat de organismele abilitate ale Ministerului Sănătăţii.

**4.5.2.** Transportul şi depozitarea adaosurilor trebuie făcută în aşa fel incât proprietăţile fizico – chimice ale acestora să nu sufere modificări.

## 5. CERINŢE PRIVIND CARACTERISTICILE BETONULUI

Compoziţia unui beton va fi aleasă în aşa fel încât cerinţele privind rezistenţa şi durabilitatea acestuia să fie asigurate conform tabelului 5.4. Cerinţele pentru durabilitatea betonului vor fi exprimate pe baza unor reguli care privesc compoziţia betonului şi alegerea materialelor. Alegerea tipului de ciment, domeniile şi condiţiile de utilizare ale cimenturilor sunt prezentate în ANEXA I.2.

## 5.1. CERINȚE PENTRU REZISTENȚĂ

Relația între raportul A/C și rezistența la compresiune a betonului trebuie determinată pentru fiecare tip de ciment, tip de agregate și pentru o vârstă dată a betonului. Adaosurile din beton pot interveni în determinarea efectivă a raportului A/C (vezi punctul 4.5.1.)

Clasele de rezistență și rezistențele caracteristice $f_{ck}$ determinate pe cilindru sau cub sunt prezentate la punctul 7.2.1.

## 5.2. CERINȚE PENTRU DURABILITATE

Pentru a produce un beton durabil care să reziste expunerii la anumite condiții de mediu prezentate la punctul 5.2.1. și care să protejeze armătura împotriva coroziunii trebuie respectate următoarele cerințe :

a) Selectarea materialelor componente ale betonului astfel încât să nu conțină impurități care pot dăuna durabilității sau să producă coroziunea armăturii.

b) Alegerea compoziției astfel încât betonul :

- să satisfacă toate criteriile de performanță specificate pentru betonul întărit;
- să poată fi turnat și compactat pentru a forma o structură compactă pentru protejarea armăturii;
- să se evite acțiunile interne ce dăunează betonului (ex. reacția alcalii - agregate);
- să reziste acțiunilor externe cum ar fi influențele mediului înconjurător.

c) Amestecarea, transportul, punerea în operă și compactarea betonului proaspăt să se facă astfel încât materialele componente ale betonului să fie uniform distribuite în amestec, să nu segrege și betonul să realizeze o structură compactă.

d) Tratarea corespunzătoare a betonului pentru obținerea proprietăților dorite ale betonului și protejarea corespunzătoare a armăturii.

Cerințele de durabilitate necesare protejării armăturii împotriva coroziunii, precum și păstrarea caracteristicilor betonului la acțiunile fizico - chimice în timpul duratei de serviciu proiectate sunt legate în primul rând de permeabilitatea betonului.

În acest sens gradul de impermeabilitate al betonului va fi stabilit funcție de clasa de expunere în care este încadrată construcția. Acest aspect este



prezentat în cod în tabelul 5.4. Nivele de performanță la impermeabilitate ale betoanelor sunt prezentate la punctul 7.2.3.

Rezistența la îngheț - dezgheț a betonului caracterizată prin gradul de gelivitate funcție de numărul de cicluri de îngheț – dezgheț, trebuie să se încadreze în prevederile tabelului 5.4.

Nivelele de performanță la gelivitate a betoanelor sunt prezentate la punctul 7.2.4.

Valoarea de bază a deformației specifice la 28 zile a betonului datorită contracției pentru betoane obișnuite în condiții normale de întărire este de $0{,}25‰$ conform STAS 10107/0-90.

### 5.2.1. Condiții de expunere

Cerințele impuse betonului depind de mediul în care este expus betonul. În acest context mediul implică acțiuni fizice și chimice ale căror efecte nu au fost considerate ca "încărcări" în proiectarea structurii.

În multe cazuri, părți ale structurii pot fi expuse la diferite condiții de expunere. În unele cazuri efecte locale produse de " microclimat " pot fi determinante pentru durabilitatea întregii structuri.

Clasele de expunere pentru beton raportate la condițiile de mediu sunt prezentate în tabelul 5.1.

Criteriile pentru aprecierea gradelor de agresivitate ale apelor naturale sunt prezentate în tabelul 5.2., iar pentru mediul marin în tabelul 5.3.

### 5.2.2. Dozaj de ciment și raportul A/C maxim

În general betonul nu este caracterizat încă în mod direct prin clase de durabilitate.

Durabilitatea unui beton poate fi raportată la clasa sa de rezistență, la compoziția sa, în particular la tipul de ciment, raportul A/C maxim, gradul de impermeabilitate, contracția axială și rezistența la îngheț-dezgheț.

Pentru a asigura o rezistență mare la pătrunderea substanțelor agresive, raportul A/C va fi mai mic la expuneri mai severe la care este supusă structura din beton.

Un dozaj minim de ciment trebuie adoptat în vederea asigurării alcalinității betonului, condiție necesară pentru protecția împotriva coroziunii armăturii și pentru a asigura lucrabilitatea betonului proaspăt la un raport A/C dat. Valorile

pH-ului sunt mai mari de 12 pentru elemente din beton armat şi mai mari de 12,5 pentru elementele din beton precomprimat.

Valorile recomandate pentru raportul A/C maxim pentru diferite clase de expunere sunt prezentate în tabelul 5.4.,iar pentru dozajul minim de ciment în tabelul 5.5.

### 5.2.3. Cantităţile maxime admise de substanţe ce pot afecta durabilitatea betonului

Durabilitatea betonului inclusiv protecţia armăturii pot fi afectate de anumite substanţe dacă acestea depăşesc anumite limite. Cantităţile admise depind de o serie de factori cum ar fi : condiţiile de mediu la care este expus betonul, tipul şi compoziţia componenţilor betonului. De exemplu : sulfaţii în anumite limite pot conduce la deteriorarea betonului prin fisurări datorită expansiunii, iar ionii de clor din beton pot produce coroziunea armăturii.

Conţinutul de ioni de clor solubili în apă din betonul proaspăt nu trebuie să depăşească valorile precizate în specificaţia tehnică pentru betoane şi anume :

- 1 % faţă de masa cimentului pentru betonul simplu;
- 0,4 % faţă de masa cimentului pentru betonul armat exploatat în mediu uscat sau protejat contra umidităţii;
- 0,15% faţă de masa cimentului pentru betonul armat exploatat în mediu cu clor;
- 0,30% faţă de masa cimentului pentru beton armat exploatat în alte condiţii de mediu;
- 0,06% faţă de masa cimentului pentru beton precomprimat.



## CLASE DE EXPUNERE A CONSTRUCŢIILOR ÎN CONDIŢIILE DE MEDIU

Tabelul 5.1

| Clasa de expunere | | Exemple de construcţii |
|---|---|---|
| 0 | 1 | 2 |
| 1<br>MEDIU USCAT | a<br>Moderat | Construcţii sau elemente de construcţii situate în spaţii închise, ferite de acţiunea directă a intemperiilor sau umidităţii cu excepţia unor scurte perioade în timpul execuţiei, respectiv construcţii cu închideri perimetrale şi încălzite iarna (ex: feţele spre interior ale elementelor structurale din clădirile civile, inclusiv cele din grupurile sanitare şi bucătăriile apartamentelor de locuit şi din halele industriale închise, cu umidităţi interioare ≤75%). |
| | b<br>Sever | Construcţii şi elemente de construcţii expuse permanent la temperaturi mai mari de 30°C (încăperi cu utilaje sau aparatură care degajă căldură, hale cu procese calde etc.). |
| 2<br>MEDIU UMED | a<br>Moderat | Construcţii sau elemente de construcţii expuse la îngheţ în stare nesaturată sau expuse umidităţii respectiv : construcţii neîncălzite în perioada de iarnă, cu sau fără închideri perimetrale (ex: depozite acoperite), elemente de construcţii în contact permanent cu apa (ex: fundaţii sub nivelul apelor freatice fără agresivitate sulfatică), elemente de construcţii situate în zonele de variaţie a nivelului apelor, dar fără posibilitate de îngheţ (ex: fundaţii radiere, pereţi de contur etc.) fără condiţii de impermeabilitate pentru beton. |
| | b<br>Sever | Construcţii sau elemente de construcţii expuse la îngheţ în stare saturată cu apă (ex: cheiuri, estacade, canale deschise, diguri, stâlpi pentru estacade, scări exterioare, platforme).<br>Construcţii sau elemente de construcţii expuse la condens sau alternanţă frecventă de umiditate şi uscăciune generată de procese tehnologice (ex: hale în care umiditatea depăşeşte 90% sau se produc frecvent degajări de abur).<br>Construcţii supuse presiunii apei pe una din feţe. |

| 0 | 1 | 2 | |
|---|---|---|---|
| 3 MEDIU UMED CU ÎNGHEŢ ŞI AGENŢI DE DEZGHEŢARE | | Construcţii sau elemente de construcţii interioare sau exterioare expuse la îngheţ-dezgheţ şi acţiunea sării pentru dezgheţ. | |
| 4 MEDIU MARIN | a agresivitatea apei de mare | normal moderat 1 | Betonul aflat permanent sub apa mării. Betonul de deasupra zonei de variaţie a nivelului apei de mare (pe o înălţime a elementului de cca. 2 m, respectiv între cotele +3...+5 de la nivelul mării. |
| | | sever 2 | Betonul din zona variaţiei nivelului apei de mare, considerată ca fiind de cca 3 m deasupra nivelului mării. |
| | b agresivitate atmosferică inclusiv cu posibilitate de îngheţ – dezgheţ | moderat 1 | Construcţii expuse indirect agresivităţii marine. Construcţii expuse îngheţ-dezgheţului fără posibilitate de stropire. Construcţii închise care nu se încălzesc pe timp de iarnă. |
| | | sever 2 | Construcţii situate la nivelul mării expuse direct intemperiilor şi salinităţii prin stropire şi alternanţă frecventă a umidităţii şi uscăciunii, precum şi posibilităţii de îngheţ în stare saturată. Condens puternic generat de procesul tehnologic. |
| 5 MEDIU CHIMIC AGRESIV | a | | Mediu chimic cu agresivitate foarte slabă (FS). |
| | b | | Mediu chimic cu agresivitate slabă (S). |
| | c | | Mediu chimic cu agresivitate intensă (I). |
| | d | | Mediu chimic cu agresivitate foarte intensă (FI). |

OBSERVAŢIE :

Clasele de expunere 5 (a,b,c,d) se pot întâlni în practică singure sau în combinaţie cu celelalte clase de expunere.



CRITERII PENTRU APRECIEREA GRADELOR DE AGRESIVITATE ALE APELOR NATURALE (CU EXCEPŢIA APEI DIN MAREA NEAGRĂ)

Tabelul 5.2

| Nr. crt. | Natura agresivităţii | f. slabă | slabă | intensă | f. intensă |
|---|---|---|---|---|---|
| 1. | General acidă, pH | - | 6,5-5,6 | 5,5-4,5 | < 4,5 |
| 2. | Carbonică ($CO_2$ liber) în $mg/dm^3$ pentru duritate temporară în °G de : | | | | |
| | ≤ 2 | 10-14 | 15-30 | 31-60 | > 60 |
| | 2,1.... 6 | 15-29 | 30-60 | 61-90 | > 90 |
| | 6,1.... 15 | 15-29 | 30-90 | 91-150 | > 150 |
| | > 15 | < 300 | ≥ 300 | - | - |
| 3. | Săruri de amoniu($NH_4^+$) $mg/dm^3$ | 50-99 | 100-200 | 201-500 | > 500 |
| 4. | Magneziană ($Mg^{2+}$) în $mg/dm^3$ | 100-199 | 200-1000 | 1001-3000 | > 3000 |
| 5. | Sulfatică* ($SO_4^{2-}$) în $mg/dm^3$ | 150-249 | 250-500 | 501-1000 | > 1000* |
| 6. | Dezalcalinizare ($HCO_3^-$) în $mg/dm^3$ duritate, (°G) | - | < 120 (< 7) | - | - |
| 7. | Oxizi alcalini ($OH^-$) în $g/dm^3$ | - | 17,5 -25 | > 25 | - |
| 8. | Conţinut total de săruri în $g/dm^3$ | - | 10-20 | 20,1-50 | > 50 |

*Pentru stabilirea tipului şi dozajului de ciment pentru agresivitatea sulfatică foarte intensă se diferenţiază trei cazuri funcţie de conţinutul de ($SO_4^{2-}$) $mg/dm^3$ astfel: Foarte intensă 1 1001-2500
Foarte intensă 2 2501-5000
Foarte intensă 3 >5000

## CRITERII PENTRU APRECIEREA GRADELOR DE AGRESIVITATE ZONA MAREA NEAGRĂ

Tabelul 5.3

| Nr. crt | Clasă expunere (conf. Tabel 5.1.) | Regim de expunere | Beton | Zona de salinitate | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Sulina + Sf. Gheorghe | Sf. Gheorghe + Cap Midia | Cap Midia + Vama Veche |
| 1. | 4a mediu Agresivitatea apei de mare | N | | - | S | S |
| | | M | simplu | - | S | S |
| | | | armat | - | S | I |
| | | S | | - | S | I |
| 2. | 4b mediu Agresivitatea atmosferică | N | | - | - | - |
| | | M | simplu | - | S | S |
| | | | armat | - | S | I |
| | | S | | - | S | I |

OBSERVAȚII :

N - normal

M - moderat

S - sever

I - agresivitate intensă

S - agresivitate slabă.

Agresivitatea atmosferică acționează asupra construcțiilor din beton, beton armat pe o distanță de 1 km față de țărm.



## CERINȚE MINIME DE ASIGURARE A DURABILITĂȚII PENTRU BETON ÎN FUNCȚIE DE CLASELE DE EXPUNERE

Tabel 5.4.

| Clasa de expunere | Clasa de beton, min. | Grad de impermeabilitate, min. | Grad de gelivitate, min. | Agregate rezistente la îngheț dezgheț | Aer*** antrenat | Raport A/ C, max. | Tip de ciment conform Tabelelor din Anexa I.2 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | C12/15* | P 4* | - | - | - | 0,65* | I.2.1 |
| 2 a | C 16 / 20** | P 4 | - | - | - | 0,50 | I.2.1 |
| b | C 18 / 22,5 | P 8 | G 100 (150) | da | da | 0,45 | I.2.2 |
| 3 | C 25 / 30 | P 12 | G 150 | da | da | 0,40 | I.2.2 |
| 4 a | C 20 / 25 | P 8 | - | - | - | 0,45 | |
| b1 | C 25 / 30 | P 12 | G 100 | da | da | 0,40 | I.2.3 |
| b2 | C 25 / 30 | P 12 | G 150 | da | da | 0,40 | |
| 5 a | C 18 / 22,5 | P 8 | | | | 0,50 | |
| b | C 18 / 22,5 | P 8 | - | - | - | 0,50 | I.2.3 |
| c | C 18 / 22,5 | P 12 | | | | 0,45 | |
| d | C 25 / 30 | P 12 | | | | 0,45 | |

NOTĂ: * - pentru betonul simplu nu există condiție;

** - se poate adopta clasă de beton minim C 12/ 15, cu condiția îndeplinirii simultane a celorlalte cerințe minime pentru asigurarea durabilității.

*** - conform tabel I.5.3 (Anexa I.5)

OBSERVAȚIE: În clasele de expunere 1..5 dacă se îndeplinesc condiția de impermeabilitate minimum P 12 și celelalte condiții minime de asigurare a durabilității, se poate adopta pentru betonul precomprimat clasa minimă de beton C 20 / 25 sau C 25 / 30, funcție de tipul de armături utilizate.

## DOZAJUL MINIM DE CIMENT PENTRU ASIGURAREA CERINȚELOR DE DURABILITATE

Tabel 5.5

| Clasa de expunere | | Grad de agresivitate | Dozajul minim de ciment (kg/m$^3$) pentru | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Beton simplu | | Beton armat | |
| 1 | a | - | 150 | | 250 | |
| | b | - | 180 | | 275 | |
| 2 | a | - | 200 | | 290 | |
| | b | - | 300 | | 325 | |
| 3 | | - | 325 | | 365 | |
| 4 | a | S | 300 | | 325 | |
| | | I | 350 | | 390 | |
| | b | S | 300 | | 325 | |
| | | I | 325 | | 365 | |
| | | | **ANA** | **AS** | **ANA** | **AS** |
| 5 | a | FS | 225 (180) | 240[1)] | 260 | 270[1)] |
| | b | S | 300 (230) | 330[1)] 300[2)] | 325 | 360[1)] 340[2)] |
| | c | I | 350 (280) | 330[2)] 310[3)] | 390 | 365[2)] 350[3)] |
| | d | FI-1 | 350(+) (280) | 410[2)] 370[3)] | 390(+) | 450[2)] 410[3)] |
| | | FI-2 | | 410[2)](+) 410[3)] | | 450[2)](+) 450[3)] |
| | | FI-3 | | 410[3)](+) | | 450[3)](+) |

NOTAȚII:

A.N.A. – ape naturale agresive, cu excepția celor cu agresivitate sulfatică și apa Mării Negre

A.S. – agresivitate sulfatică

1) CIMENT II A-S

2) CIMENT H I; H II A-S

3) CIMENT SR I; SR II A-S

(+) – măsuri suplimentare de protecție

() - valorile din paranteză se vor adopta pentru betoane suport sau de egalizare

**OBSERVAȚIE: În cazurile în care nu se menționează tipul de ciment, acesta se stabilește conform anexei I.2.**



# 6. CERINȚE DE BAZĂ PRIVIND COMPOZIȚIA BETONULUI

## 6.1. CONDIȚII GENERALE

Betonul poate fi realizat pe baza unor compoziții stabilite în două moduri principale:

- amestecul de beton proiectat la stație de producător printr-un laborator autorizat;
- amestecul de beton prescris (de către proiectant și/sau utilizator) printr-un laborator autorizat.

### 6.1.1. Amestecul de beton proiectat

6.1.1.1. Cerințe generale

Alegerea componenților și stabilirea compoziției betonului proiectat se face de către producător pe baza unor amestecuri preliminare stabilite si verificate de catre un laborator autorizat. În absența unor date anterioare se recomandă efectuarea unor amestecuri preliminare. În acest caz, producătorul stabilește compoziția betonului astfel încât să aibe o consistența necesară, să nu segrege si să se compacteze ușor. Betonul întărit trebuie să corespundă cerințelor tehnice pentru care a fost proiectat și în mod special să aibă rezistența la compresiune cerută. În aceste cazuri, amestecurile de probă ale betonului în stare întărită trebuie să fie supuse încercărilor pentru determinarea caracteristicilor pentru care au fost proiectate. Betonul trebuie să fie durabil, să realizeze o bună protecție a armăturii.

Compoziția betonului trebuie proiectată având în vedere prevederile prezentei reglementări tehnice.

6.1.1.2. Date privind compoziția betonului

În cazul amestecului proiectat trebuie specificate următoarele date de bază:

a) Clasa de rezistență;

b) Dimensiunea maximă a granulei agregatelor;

c) Consistența betonului proaspăt.

d) Date privind compoziția betonului (de exemplu raportul A/C maxim, tipul și dozajul minim de ciment) funcție de modul de utilizare a betonului (beton simplu, beton armat), condițiile de expunere etc. în concordanță cu prevederile prezentului cod de practică.

De exemplu: un beton de clasa C16/20 cu consistenta T3, preparat cu ciment I32,5 şi având agregate 0 – 31mm se va nota: C16/20 - T3 - I32,5/0-31.

În anumite cazuri privind condiţiile speciale de utilizare a betonului trebuie specificate caracteristici suplimentare (ce trebuie să facă obiectul unor teste specifice), cum ar fi:

a) Caracteristici ale betonului întărit, de exemplu:
- densitate
- rezistenţă la penetrarea apei (impermeabilitatea betonului)
- rezistenţa la îngheţ - dezgheţ
- rezistenţa la atacul chimic
- rezistenţa la uzură, etc.

b) Caracteristici de compoziţie:
- tipul de ciment
- conţinutul de aer antrenat
- evoluţia rezistenţei
- cantitatea de caldură degajată în timpul hidratării
- condiţii speciale pentru agregate
- cerinţe speciale privind reacţia alcalii - agregate
- cerinţe speciale privind temperatura betonului proaspăt.

În cazul în care se cere obtinerea unui anumit grad de impermeabilitate, gelivitate etc. notatia betonului va cuprinde si aceste caracteristici (de exemplu pentru gradul P8 de impermeabilitate: C16/20 - P8 - T3 - I32,5/0-31).

### 6.1.2. Amestecul de beton prescris

6.1.2.1. Cerinţe generale

Proiectantul şi/sau utilizatorul îşi asumă responsabilitatea pentru compoziţia betonului. În acest caz trebuie verificate într-un laborator autorizat, alegerea componenţilor, stabilirea compoziţiei betonului şi îndeplinirea cerinţelor tehnice pentru betoane.

În general datele de bază specificate în cazul amestecului de beton prescris sunt similare cu cele ale amestecului de beton proiectat.

6.1.2.2. Date specifice privind amestecurile de beton prescrise

În cazul amestecului de beton (compoziţia betonului) prescris trebuie să se specifice cel puţin următoarele date de bază:

a) Dozajul de ciment la mc de beton/clasa betonului;



b) Tipul şi clasa cimentului;

c) Consistenţa şi raportul A/C ale betonului proaspăt;

d) Tipul de agregate;

e) Dimensiunea maximă a agregatelor si zona de granulozitate;

f) Tipul şi cantitatea de aditiv sau adaos.

6.1.2.3. Date suplimentare privind amestecul de beton prescris

Dacă este necesar pot fi specificate şi date suplimentare cum ar fi:

a) date privind compoziţia
- condiţii speciale pentru agregate incluzând şi o anumită granulozitate
- conţinutul de aer antrenat din betonul proaspăt
- cerinţe suplimentare privind temperatura betonului proaspăt

b) informaţii privind transportul sau/şi procedurile de turnare
- ritmul de livrare al betonului

-indicarea tipului (cu sau fără amestecare) gabaritului şi în general caracteristicilor mijlocului de transport

**6.1.3.** Staţia precum si utilizatorul au obligaţia de a livra, respectiv comanda beton numai pe baza unor comenzi în care se va înscrie tipul de beton si detalii privind compoziţia betonului conform punctelor 6.1.1 si 6.1.2., programul si ritmul de livrare precum si obiectul (partea de structură la care urmează a se folosi).

**6.1.4.** Livrarea betonului trebuie însoţită de un bon de livrare-transport beton.

**6.1.5.** Compoziţia betonului se stabileşte şi/sau verifică de un laborator autorizat; stabilirea compoziţiei trebuie să se facă:

* la intrarea în funcţiune a unei staţii de betoane;
* la schimbarea tipului de ciment şi/sau agregate;
* la schimbarea tipului de aditiv;
*la pregătirea executării unei lucrări care necesită un beton cu caracteristici deosebite de cele curent preparate, sau de clasă egală sau mai mare de C20/25.

**6.1.6.** În cazul construcţiilor speciale precum şi în cazul utilizării unor tipuri de ciment, agregate, aditivi sau adaosuri care nu sunt prevăzute în prezentul cod de practică sau care nu au reglementări speciale, stabilirea

compoziției betoanelor se va face pe bază de studii elaborate de institute de cercetare.

**6.1.7.** Lunar, laboratorul stației va analiza rezultatele încercărilor efectuate la vârsta de 28 de zile și va efectua, cu acordul scris al laboratorului care a efectuat și/sau verificat rețeta, eventualele corecții ale dozajului de ciment sau alte măsuri necesare în vederea asigurării calității betonului.

Analiza se va face pe tipuri de betoane de clasă ≥ C 8/10 luând în considerare rezultatele obținute.

În prima etapă de analiză se vor aplica următoarele criterii orientative:

a) max. unul din 20 rezultate se situează sub clasa betonului C

b) max. 33 % din rezultate sunt mai mici decât $f_{cil}^{33}/f_{cub}^{33}$

c) max. 10 % din rezultate depășesc $f_{cil}^{10}/f_{cub}^{10}$

Valorile $f_{cil}^{33}/f_{cub}^{33}$ și $f_{cil}^{10}/f_{cub}^{10}$ (rezistența betonului în $N/mm^{2)}$ sunt următoarele:

| Clasa | C 8/10 | C 12/15 | C 16/20 | C18/22,5 | C 20/25 | C 25/30 | C 32/40 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $f_{cil}^{33}/f_{cub}^{33}$ | 11/13 | 15,5/18,5 | 20/24 | 22/27 | 25/30 | 30/35 | 38/46 |
| $f_{cil}^{10}/f_{cub}^{10}$ | 22/24 | 27/30 | 32/36 | 34/39 | 37/42 | 43/48 | 51/60 |

Pentru tipurile de beton la care nu este indeplinit unul dintre criteriile menționate se va proceda la o analiză conform criteriilor de conformitate prezentate la capitolul 17" Controlul Calității " și se va determina clasa de beton efectiv realizată. În situațiile în care se constată că $C_{efectiv} > C_{proiect}$ se va reduce dozajul de ciment pe bază de încercări preliminare.

**6.1.8.** Cantitățile de materiale corespunzătoare unui amestec se vor stabili pentru un volum de beton proaspăt de max. 80 % din capacitatea nominală a utilajului folosit pentru malaxare sau conform indicațiilor prevăzute în cartea tehnică a utilajului.

**6.1.9.** În cursul preparării betonului, compoziția se va corecta de către laboratorul stației în funcție de rezultatele încercărilor privind:

* umiditatea agregatelor;
* granulozitatea sorturilor;
* densitatea aparentă a betonului proaspăt;
* consistența betonului.



Dacă se impune o corectare a cantității de apă de amestecare cu max. ± 5% se admite ca pentru celelalte componente să se mențină cantitățile stabilite anterior.

## 6.2. PROIECTAREA AMESTECULUI

### 6.2.1. Cerințe privind consistența betonului

6.2.1.1. Lucrabilitatea reprezintă capacitatea betonului proaspăt de a putea fi turnat în diferite condiții prestabilite și a fi compactat corespunzător. Lucrabilitatea se apreciază pe baza consistenței betonului.

6.2.1.2. Consistența cerută betonului depinde de felul elementului, dimensiunile elementelor structurale, prezența și amplasarea armăturii, tipul echipamentului de transport și punerea în operă a betonului, de posibilitățile de compactare și condițiile de mediu în timpul turnării.

În ANEXA I.4., Tabelul I.4.3. se prezintă orientativ consistența betonului funcție de tipul elementului și betonului.

Consistența betonului proaspăt depinde de conținutul de apă, de fracțiunile fine ale agregatelor, de granulozitate, și de natura agregatelor. Consistența poate fi influențată prin adăugarea unor aditivi sau adaosuri.

În ANEXA I.4., Tabelul I.4.5. se recomandă încadrarea în anumite zone de granulozitate, funcție de dozajul de ciment pentru obținerea unui anumit tip de consistență.

6.2.1.3. Imediat după amestecare este posibilă o reducere a consistenței betonului. Acest fenomen poate apare în medii uscate și la temperaturi mari sau în cazul în care se folosesc anumite tipuri de cimenturi sau aditivi cum ar fi aditivii mari reducători de apă sau superplastifianți.

6.2.1.4. Consistența poate fi măsurată prin diferite metode prezentate la punctul 7.1.1.

### 6.2.2. Cerințe privind granulozitatea agregatelor

* <u>Granulozitatea agregatelor</u>

Granulozitatea agregatelor este verificată cu ajutorul sitelor sau ciururilor cu dimensiunile ochiurilor conform reglementărilor în vigoare STAS 1667 - 76: 0,2; 0,5; 1; 2; 3(5); 7; 10; 16; 20; 31; 40; 50; 63; 71.

* Cerinţe privind granulozitatea agregatelor

- Pentru obţinerea unui amestec cu un dozaj optim de ciment şi o cantitate mică de apă se recomandă utilizarea unei combinaţii de agregate care să conţină o cantitate redusă de nisip şi o proporţie mai mare a agregatelor mari.

- În general granulozitatea agregatelor se alege funcţie de condiţiile de turnare, compactare precum şi de tipul agregatelor ce se folosesc. În anumite cazuri, pentru ca betonul să nu segrege în timpul transportului, turnării şi compactării, pentru a fi suficient de lucrabil şi uşor de compactat trebuie sporită cantitatea de parte fină. În ANEXA I.4. referitoare la consistenţa betonului se prezintă recomandări privind respectarea acestor condiţii.

- Dimensiunea granulei maxime a agregatelor se stabileşte în funcţie de dimensiunile caracteristice ale elementelor, respectându-se condiţiile:

$\phi_{max.} \leq 1/4\ D^{*}$

$\phi_{max.} \leq d - 5\ mm^{**}$

$\phi_{max.} \leq 1{,}3\ c$ unde

D - dimensiunea cea mai mică a elementului structural

d - distanţa între barele de armătură

c - stratul de acoperire cu beton al armăturii

* În cazul plăcilor se poate adopta relaţia $\phi_{max.} \leq 1/3\ D$, iar în cazul recipienţilor şi/sau monolitizărilor $\phi_{max.} \leq 1/6\ D$;

** Se aplică cu excepţia cazurilor în care se iau măsuri speciale de exemplu gruparea barelor de armătură;

În ANEXA I.4. (TABELELE I. 4.6.....I. 4.11.) se prezintă zonele de granulozitate pentru agregate 0 -16; 0 - 20; 0 - 31; 0 - 40; 0 - 7; 0 - 71.

### 6.2.3 Cerinţe privind alegerea tipului, dozajului de ciment şi raportului A/C

* Recomandări privind alegerea tipului de ciment sunt prezentate în ANEXA I. 2.

* Raportul A/C este stabilit funcţie de condiţiile de rezistenţă impuse betonului. Valorile orientative ale raportului A/C funcţie de clasa cimentului folosit pentru obţinerea unei anumite clase de beton sunt prezentate în tabelul I.4.2., ANEXA I.4. Chiar în cazurile în care obţinerea unei anumite rezistenţe a betonului ar permite utilizarea unui raport apă/ciment mai mare, el nu trebuie să depăşească valorile limită prezentate la capitolul privind durabilitatea betonului (funcţie de clasa de expunere a structurii)(tabelul 5.4., cap. 5)



Dozajul de ciment este determinat funcţie de clasa de rezistenţă a betonului, precum şi de cantitatea de apă necesară pentru a se obţine o anumită consistenţă a betonului proaspăt.

Alegerea compoziţiei se va face prin încercări preliminare urmărindu-se realizarea cerinţelor.

### 6.2.4. Cerinţe privind alegerea aditivilor şi adaosurilor

Aditivii şi adaosurile vor fi adăugate în amestec numai în asemenea cantităţi încât să nu reducă durabilitatea betonului sau să producă coroziunea armăturii.

Cantitatea totală de aditivi nu va depăşi 50 g/kg ciment şi nu va fi mai mică de 2 g/kg ciment. Aditivii lichizi în cantităţi mai mari de 3 $dm^3/m^3$ trebuie luaţi în considerare în calcularea raportului A/C.

Utilizarea aditivilor pentru betoanele ce intră în componenţa elementelor din beton armat şi beton precomprimat este obligatorie pentru clase mai mari de C12/15 şi se va face conform punctului 4.4, Anexei I.3 pe baza instrucţiunilor de folosire ce trebuie să fie în acord cu reglementări specifice sau agremente tehnice bazate pe determinări experimentale.

Adaosurile trebuie să respecte prevederile pct. 4.5.

* În ANEXELE I.4. şi I.5. se prezintă recomandări privind stabilirea compoziţiei betoanelor.

# 7. NIVELE DE PERFORMANȚĂ ALE BETONULUI

## 7.1. BETONUL PROASPĂT

### 7.1.1. Consistența

Consistența betonului proaspăt (măsură a lucrabilității) poate fi determinată prin următoarele metode: tasarea conului, remodelare VE - BE, grad de compactare și răspândire.Clasificarea în clase, funcție de diferitele metode, este prezentată în tabelele 7.1.1.....7.1.4.

Tabelul 7.1.1.
Tasarea conului

| Clasa | Tasarea conului (mm) |
|---|---|
| $T_2$ | 30 ± 10 |
| $T_3$ | 70 ± 20 |
| $T_3/T_4$ | 100 ± 20 |
| $T_4$ | 120 ± 20 |
| $T_4/T_5$ | 150 ± 30 |
| $T_5$ | 180 ± 30 |

Tabelul 7.1.2.
Remodelare VE - BE determinată conform STAS 1759 - 88

| Clasa | Remodelare VE - BE (s) |
|---|---|
| $V_0$ | > 31 |
| $V_1$ | 30 - 21 |
| $V_2$ | 20 - 11 |
| $V_3$ | 10 - 5 |
| $V_4$ | < 4 |

Tabelul 7.1.3.
Grad de compactare determinat conform STAS 1759 - 88

| Clasa | Grad de compactare (Waltz Gc) |
|---|---|
| $C_0$ | > 1,46 |
| $C_1$ | 1,45 - 1,26 |
| $C_2$ | 1,25 - 1,11 |
| $C_3$ | 1,10 - 1,04 |



Tabelul 7.1.4.
Răspândire determinată conform ISO 9812

| Clasa | Răspândire (mm) |
|---|---|
| $F_1$ | < 340 |
| $F_1$ | 350 - 410 |
| $F_2$ | 420 - 480 |
| $F_3$ | 490 - 600 |

Determinarea consistenței prin metoda tasării conului nu este recomandată pentru betoane cu lucrabilitate redusă. Dacă valoarea tasării conului este mai mică de 10 mm, rezultatul va fi înregistrat ca fiind inferior acestei valori și se va utiliza o altă metodă (grad de compactare, remodelare VE - BE etc.).

În cazul betoanelor cu lucrabilitate mare se recomandă utilizarea metodei tasării conului sau metoda răspândirii.

În general nu există o corelare între cele patru metode, astfel consistența betonului fiind stabilită de la caz la caz cu una din metodele prezentate în tabelele 7.1.1.....7.1.4.

Având în vedere că cea mai folosită metodă este cea a tasării conului, cu excepția betoanelor foarte vârtoase, în prezenta reglementare tehnică s-au făcut referiri în special la clasa de consistență T.

### 7.1.2. Conținutul de aer oclus

Conținutul de aer oclus poate fi determinat conform STAS 5479 - 88 folosind metoda gravimetrică sau metoda volumetrică cu presiune.

### 7.1.3. Densitatea aparentă

Determinarea densității aparente pe betonul proaspăt se efectuează în conformitate cu STAS 1759 - 80.

## 7.2. BETONUL ÎNTĂRIT

### 7.2.1. Rezistența la compresiune

Clasa betonului este definită pe baza rezistenței caracteristice $f_{ck\ cil}$ ($f_{ck\ cub}$), care este rezistența la compresiune în N/mm$^2$ determinată pe cilindrii de 150/300 mm (sau pe cuburi cu latura de 150 mm) la vârsta de 28 zile, sub a cărei valoare se pot situa statistic cel mult 5% din rezultate. Definirea clasei

făcută în prezenta reglementare tehnică are în vedere păstrarea epruvetelor conform STAS 1275/88.

În tabelul 7.2.1. se prezintă clasele de beton definite în acest mod şi corespondenţa orientativă cu clasele definite în Normativul C 140/86.

Tabelul 7.2.1.

| Clasa de rezistenţă a betonului | 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 | C 45/55 | C 50/60 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $f_{ck\ cil}$ | 4 | 8 | 12 | 16 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 |
| $f_{ck\ cub}$ | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 37 | 45 | 50 | 55 | 60 |
| **C 140/86** | Bc5 | Bc10 | Bc15 | Bc20 | Bc25 | Bc30 | - | - | Bc50 | - | Bc60 |
| Clasa de rezistenţă* a betonului | C* 2,8/3,5 | C* 6/7,5 | C* 18/22,5 | C* 28/35 | C* 32/40 | | | | | | |
| $f_{ck\ cil}$ | 2.8 | 6 | 18 | 28 | 32 | | | | | | |
| $f_{ck\ cub}$ | 3,5 | 7,5 | 22,5 | 35 | 40 | | | | | | |
| **C 140/86** | Bc3,5 | Bc7,5 | Bc22,5 | Bc35 | Bc40 | | | | | | |

*Clase de beton care nu se regăsesc în normele europene şi care rămân valabile numai până la intrarea în viguare a Romcodurilor de proiectare (armonizare cu Eurocodul 2)

În cazuri speciale (pe baza documentelor tehnice sau cu acordul unui institut de specialitate) clasa betonului poate fi determinată pe epruvete de alte dimensiuni şi/sau vârste sau în alte condiţii de pastrare a epruvetelor, cu aplicarea coeficienţilor de conversie corespunzători.

Până la introducerea tiparelor pentru confectionarea epruvetelor cubice de 150x150x150 mm şi cilindrice de Φ150x H300 mm se acceptă pe o perioadă de 2 (doi) ani de la intrarea în viguare a prezentei reglementări determinarea clasei betonului pe epruvete cubice de 141x141x141 mm.

### 7.2.2. Evoluţia rezistenţei betonului

În unele situaţii speciale este necesar să se urmărească evoluţia rezistenţei betonului la anumite intervale de timp, pe epruvete dc dimensiuni similare cu cele pe care s-a determinat clasa betonului. În aceste cazuri epruvetele vor fi păstrate în condiţii similare cu cele la care este expusă structura şi vor fi încercate la intervale de timp prestabilite. În cazurile în care nu se dispune de epruvete, se vor efectua încercări nedistructive sau încercări pe carote extrase din elementele structurii.



### 7.2.3. Rezistenţa la penetrarea apei

STAS 3622 - 86 stabileşte nivelele de performanţă ale betoanelor funcţie de gradul lor de impermeabilitate conform tabelului 7.2.2.

Tabelul 7.2.2.

| Adâncimea limită de pătrundere a apei (mm) | | Presiunea apei (bari) |
|---|---|---|
| 100 | 200 | |
| Gradul de impermeabilitate | | |
| $P_4^{10}$ | $P_4^{20}$ | 4 |
| $P_8^{10}$ | $P_8^{20}$ | 8 |
| $P_{12}^{10}$ | $P_{12}^{20}$ | 12 |

În prezenta reglementare tehnică se fac referiri la stabilirea gradului de impermeabilitate necesar betonului funcţie de clasa de expunere, conform tabelului 5.4. (cap. 5). Gradul de impermeabilitate este stabilit conform STAS 3622 - 86.

În cazuri speciale se pot stabili şi alte grade de impermeabilitate, iar impermeabilitatea betonului se poate stabili şi la alte vârste decât 28 zile (60, 90, 180 zile).

### 7.2.4. Rezistenţa la îngheţ - dezgheţ

În STAS 3622 - 86 sunt stabilite nivelele de performanţă ale betoanelor funcţie de gradul de gelivitate, conform tabelului 7.2.3.

Tabelul 7.2.3.

| Gradul de gelivitate al betonului | Număr de cicluri Îngheţ-dezgheţ |
|---|---|
| G 50 | 50 |
| G 100 | 100 |
| G 150 | 150 |

### 7.2.5. Densitatea betonului

Funcţie de densitate, betoanele se clasifică în betoane uşoare, normale şi foarte grele, conform precizărilor cap. 3 (pct. 3.8, 3.9 şi 3.10) din prezenta reglementare tehnică.

Categoria de densitate este stabilită funcţie de densitatea aparentă ($\rho_{ap}$) a betonului întărit la 28 zile, determinată conform STAS 2414 / 91.

## 8. BETOANE CU PROPRIETĂŢI SPECIALE

Cerinţele generale privind rezistenţa şi durabilitatea betonului au fost tratate în prezentul cod de practică; în cazul unor betoane cu proprietăţi speciale pot apare cerinţe suplimentare funcţie de nivelele de performanţă cerute.

### 8.1. BETON REZISTENT LA PENETRAREA APEI

Determinarea rezistenţei betonului la penetrarea apei se face în acord cu reglementările tehnice în vigoare. Rezistenţa la penetrarea apei depinde în cazul betonului de porozitatea pastei de ciment întărite. În acest caz trebuie limitată valoarea raportului apă/ciment. Se recomandă ca în general raportul apă/ciment să aibă valori reduse şi anume să nu depăşească 0,50 în elementele cu grosime între 100 şi 400 mm. sau 0,60 în cazul elementelor cu grosimi mai mari. Trebuie de asemenea acordată o atenţie deosebită tratării betonului.

În cazul definirii gradului de impermeabilitate ca în STAS 3622/86 se dau următoarele valori orientative ale raportului A/C maxim :

- 0,50 pentru gradul de impermeabilitate $P_8^{10}$ (de exemplu beton simplu / armat expus în condiţii de agresivitate chimică slabă).
- 0,45 pentru gradul de impermeabilitate $P_{12}^{10}$ (de exemplu beton simplu / armat expus în condiţii de agresivitate chimică intensă).

### 8.2. BETON CU REZISTENŢĂ MARE LA ÎNGHEŢ - DEZGHEŢ ŞI LA AGENŢI CHIMICI DE DEZGHEŢARE

Având în vedere efectele acestui tip de acţiune asupra betonului, limitarea raportului A/C este mai severă decât în cazul acţiunii îngheţ - dezgheţ fără folosirea agenţilor chimici de dezgheţare. Valorile maxime ale raportului A/C recomandate în acest caz sunt prezentate în tabelul 5.4. (cap. 5).

Folosirea aditivilor antrenori de aer şi reducători de apă este obligatorie.

Utilizarea cimenturilor cu un conţinut de clincher sub 95% este exclusă în acest caz .

### 8.3. BETONUL REZISTENT LA ATACUL CHIMIC

Severitatea atacului chimic depinde în principal de natura substanţelor agresive (compoziţie chimică, stare solidă, gazoasă sau lichidă) presiunea şi viteza de curgere a lichidelor precum şi de temperatura şi umiditatea mediului.



Severitatea atacului chimic, a diferitelor substanţe din apele naturale, prezentată în tabelul 5.2., cap. 5 este clasificată în patru grade de agresivitate chimică:

* agresivitate foarte slabă
* agresivitate slabă
* agresivitate intensă
* agresivitate foarte intensă

În tabelul 5.2. gradul de severitate stabilit este valabil pentru apele staţionare (sau cu viteză lentă) în condiţii climatice moderate.

În tabelul 8.3.1. se prezintă valori limită pentru aprecierea gradului de severitate a atacului chimic al solurilor.

TABELUL 8.3.1.

| Criteriul | Gradul de severitate | |
|---|---|---|
| | scăzut | mediu |
| 1) Gradul de aciditate BAUMANN - CALLY | > 20 | - |
| 2) Sulfaţi $S O_4^{2-}$ (mg/kg) BAUMANN - CALLY | 2000 - 5000 | > 5000 |

Gradul de severitate al atacului chimic poate fi redus cu scăderea permeabilităţii solurilor.

În cazul în care conţinutul de sulf din sulfuri depăşeşte 100 mg $S^{2-}$ per kg de aer - sol uscat (mai mult de 0,01% $S^{-2}$) sau în cazul depozitelor de produse reziduale industriale, efectele chimice potenţiale produse asupra betonului trebuie analizate de un institut de specialitate.

În general atacul chimic este mult mai sever la temperaturi şi presiuni ridicate sau/şi dacă betonul este supus şi la abraziune mecanică sau la alternanţă îngheţ-dezgheţ.

Gradul de severitate al atacului chimic poate fi considerat mai scăzut dacă temperatura apei este scăzută, cantitatea de apă şi viteza sa sunt limitate ca în cazul unor soluri cu un coeficient de permeabilitate > $10^{-5}$ m/s.

Rezistenţa betonului la atacul chimic depinde în primul rând de impermeabilitatea sa; se vor respecta astfel condiţiile precizate în tabelul 5.4. (capitolul 5.).

Trebuie de asemenea avut în vedere ca tratarea betonului să se efectueze conform prevederilor din prezenta reglementare tehnică.

În cazuri speciale de expunere la substanțe chimice cu agresivitate mare la proiectarea compoziției se vor respecta reglementările tehnice specifice, inclusiv prin luarea unor măsuri suplimentare de protecție, cum ar fi aplicarea unor pelicule impermeabile.

Pentru un conținut de sulfați depășind 600mg/l în apă sau 3000 mg/kg în sol se recomandă folosirea cimenturilor rezistente la sulfați.

Pentru solurile care prezintă o cantitate importantă de sulfați și cloruri trebuie acordată o atenție specială alegerii cimentului care va intra în componența betonului.

Betonul preparat cu ciment Portland rezistent la sulfați are în general o rezistență mai mică la penetrarea ionilor de clor decât betonul preparat cu cimenturi cu adaosuri (zgură de furnal).

În cazul structurilor în contact cu apele mării sau expuse atmosferei marine se vor respecta condițiile precizate în tabelul 5.4. (capitolul 5).

În general trebuie acordată o atenție deosebită stabilirii compoziției betonului supus la acțiuni agresive chimice și ori de câte ori apare necesar se va cere unui institut de specialitate efectuarea unor studii pentru stabilirea acestei compoziții. Se vor respecta de asemenea recomandările din prezenta reglementare tehnică și din alte reglementări specifice.

## 8.4. BETON CU REZISTENȚĂ MARE LA UZURĂ

Betonul poate fi folosit în medii în care este supus unor acțiuni severe de uzură ("scurgerea" unor materiale pulverulente la încărcarea / descărcare, contactul cu ape curgătoare ce antrenează nisip și/sau gheață, etc.)

În aceste cazuri se recomandă ca betonul să aibă o clasă mai mare decât C 30/37, avându-se în vedere faptul că betonul cu rezistență mare la compresiune are și o rezistență mare la uzură.

La suprafața expusă direct uzurii, agregatele mari trebuie să fie bine încleștate în beton. Astfel se recomandă să se includă o proporție mare de agregate mari iar agregatele fine să fie într-o proporție suficientă astfel încât să se obțină cât mai puține goluri intergranulare. Textura suprafeței agregatelor trebuie să fie rugoasă. Este preferabil să se evite scurgerile de lapte de ciment prin folosirea unui beton de consistență plastică și tratarea adițională a suprafeței betonului proaspăt printr-un tratament de vacuumare sau o compactare suplimentară conform unor reglementări specifice. Se va folosi în



aceste cazuri, criblură din roci granitice sau bazaltice în proporție de cel puțin 20-25% din masa agregatului din compoziția betoanelor rezistente la uzură.

Pentru a se asigura că suprafața betonului nu va fi friabilă, betonul trebuie protejat o perioadă suficientă, uneori dublă față de perioada propusă la capitolul 15 Tratarea betonului.

În cazuri severe ale acțiunii de uzură se va înlocui parțial sau total agregatul cu cuarț (duritate 8) sau electrocorindon normal, eventual carbură de siliciu (duritate 9-10), după caz, cu avizul unui institut de specialitate.

În stadiul întărit zonele de suprafață necorespunzătoare pot fi înlăturate prin polizare, în special în cazul pardoselilor aflate la construcții închise neexpuse.

# 9. PREPARAREA BETONULUI

## 9.1. PERSONAL, ECHIPAMENT ȘI INSTALAȚII, LABORATOARE

**9.1.1.** Personalul implicat în activitatea de producere și control al betonului va avea cunoștințele și experiența necesare și va fi atestat intern pentru aceste genuri de activitate.

Conducerea activității stației de betoane se realizează de un șef de stație atestat de I.S.C.L.P.U.A.T. prin inspecțiile teritoriale, care trebuie să îndeplinească condițiile de studii și are atribuțiile prezentate în Anexa I.6.

Personalul de deservire al stației se va dimensiona în concordanță cu prevederile sistemului de asigurare a calității.

**9.1.2.** Pentru operațiunile de dozare și amestecare ale betonului toate instalațiile și echipamentele din dotarea unităților de producere a betonului trebuie să asigure prin buna lor funcționare cerințele pentru aceste genuri de operații formulate în prezenta reglementare tehnică și să fie atestate de C.N.A.M.E.C. din cadrul MLPAT.

**9.1.3.** În cazul betonului livrat de la stații atunci când este specificat în contract, investitorul și executantul sau reprezentanții acestora pot să aibă dreptul să verifice la producător buna funcționare a echipamentelor și instalațiilor și de asemenea să verifice dacă betonul în momentul livrării îndeplinește condițiile tehnice cerute și dacă bonul de livrare conține toate informațiile necesare. Verificarea efectuată nu trebuie utilizată de stația de

betoane ca dovadă a controlului calității betonului și nu absolvă stația de preparare a betoanelor de răspunderea livrării unui beton conform cerințelor și nici nu va exclude o respingere ulterioară a betonului de către client.

### 9.1.4. Laboratoare de betoane

Pentru asigurarea nivelului de calitate corespunzător cerințelor, executanții lucrărilor de construcții sau investitorul prin reprezentanții săi pot să colaboreze cu un laborator de beton autorizat, altul decât al stației de betoane pentru acest gen de lucrări, care este echipat cu toată aparatura și instalațiile necesare efectuării unor determinări specifice și controlului calității betonului.

Dacă executantul apelează la un laborator independent, extern antreprizei, trebuie specificate prin contract toate determinările necesare asigurării și controlului calității betonului, funcție de specificul lucrării.

## 9.2. STAȚIILE DE BETOANE

**9.2.1.** Prin stație de betoane se înțelege orice unitate care produce și livrează beton, fiind dotată cu una sau mai multe instalații (secții) de preparat beton sau betoniere. Certificarea calității betonului trebuie făcută prin grija producătorului în conformitate cu metodologia și procedurile stabilite pe baza Legii 10 a calității în construcții din 1995 și a Regulamentului privind certificarea calității în construcții.

**9.2.2** Stațiile de betoane vor funcționa numai pe bază de atestat eliberat la punerea în funcțiune de o comisie internă în prezența unui reprezentant desemnat de ISCLPUAT pe baza unor proceduri de evaluare și îndeplinire a cerințelor menționate la punctul 9.2.4.Reatestarea stațiilor se va face după aceiași procedură la fiecare 2(doi) ani.

Certificarea conformității produsului (beton) este obligatorie și se va face de către un organism independent autorizat în conformitate cu prevederile legale, cu respectarea prevederilor din prezentul COD.

**9.2.3** Comisia de atestare internă va avea următoarea componență: președinte - conducătorul tehnic al agentului economic (cu studii de specialitate) sau în lipsa acestuia un specialist atestat de MLPAT ca "Responsabil tehnic cu execuția", angajat permanent sau în regim de colaborare;



membrii

- specialist cu atribuții în domeniul controlului de calitate
- specialist cu atribuții în domeniul de mecanizare
- șeful laboratorului autorizat al unității tutelare sau al laboratorului cu care s-a încheiat o convenție sau un contract de colaborare
- șeful stației

În cazul în care atribuțiile specialistului din domeniul controlului de calitate sunt exercitate prin cumul de functii (in conformitate cu sistemul de asigurare a calității adoptat) de una din persoanele nominalizate în comisie nu va mai fi necesara participarea unui alt specialist.

Specialistul din domeniul mecanizării va putea fi angajat în regim de colaborare pentru participarea la acțiunile privind atestarea statiei și va avea cunostințele necesare verificării tehnice a utilajelor și aparaturii utilizate.

**9.2.4**.Pentru obținerea atestării, stațiile de betoane trebuie să aibă un sistem propriu de asigurare a calității (sau să funcționeze în cadrul unui agent economic cu sistem de asigurare a calității care să cuprindă și această activitate) care să fie cunoscut, implementat să funcționeze și să asigure calitatea produsului livrat la nivelul prevederilor din reglementări, comenzi sau contracte.

Pentru aceasta stațiile de betoane trebuie să dispună de:

a) documente cu privire la sistemul de asigurare a calității adoptat (exemplu: manualul de calitate, proceduri generale de sistem, proceduri operationale, plan de calitate, regulament de funcționare, fișe posturi etc.);

b) depozite de agregate, de rezervă și consum conform prevederilor prezentului cod și având compartimente separate și marcate pentru numărul necesar de sorturi rezultate în funcție de granula maximă utilizată;

c) silozuri marcate cu tipul de ciment depozitat care să permită depozitarea simultană a minimum 2 tipuri de ciment și având capacitatea totală de depozitare corelată cu capacitatea de producție a stației pe un interval de minim 3 zile; în cazurile în care se folosește și ciment în saci, dotările vor fi corespunzătoare prevederilor prezentei reglementări tehnice.

d) silozuri pentru adaosuri (în cazul în care se folosesc adaosuri);

e) sisteme de dozare a materialelor componente care să corespundă clasei de precizie din documentația tehnică a acestora;

f) utilaje de preparare a betonului, în stare bună de funcționare;

g) instalații de preparare, rezervoare și dozatoare pentru aditivi;

h) dotări care să asigure spălarea betonierelor, buncărelor şi mijloacelor de transport;

i) dotări care să permită încălzirea apei şi a agregatelor, dacă se prevede funcţionarea staţiei pe timp friguros;

j) personal de deservire în conformitate cu prevederile din ANEXA I.6.;

k) nomenclator al claselor sau tipurilor de betoane ce se vor produce la fiecare instalaţie (secţie) si inregistrari cu privire la calitate;

l) laborator autorizat amenajat cu spaţii destinate pentru confecţionarea probelor şi respectiv condiţiilor de expunere, prevăzut cu dotările şi utilităţile necesare şi încadrat cu personal tehnic (atestat) şi muncitor, corespunzător din punct de vedere profesional şi numeric sau dovada colaborarii prin conventie sau contract cu alt laborator autorizat care-şi va desfăşura activitatea în incinta staţiei pe toată durata de funcţionare a staţiei.

m) nomenclatorul şi frecvenţa operaţiilor şi încercărilor pe care le efectuează laboratorul;

n) laboratorul trebuie să fie autorizat de organismele de autorizare, conform Legii 10 din 1995. Organismul de autorizare a laboratorului este MLPAT - ISCLPUAT. Autorizarea şi reautorizarea laboratorului se desfăşoară conform procedurilor de aplicare a regulamentului privind autorizarea si acreditarea laboratoarelor din constructii.

**9.2.5.** Verificările periodice se vor face trimestrial de către comisia de atestare pentru menţinerea condiţiilor avute în vedere la atestare şi funcţionarea sistemului de asigurare a calităţii.

**9.2.6.** Ca urmare a constatărilor efectuate cu ocazia auditurilor interne,a verificărilor periodice sau a controalelor efectuate de ISCLPUAT în situaţia constatării unor deficienţe cu implicaţii în calitatea betonului, acestea se vor comunica în 24 ore organismului de atestare care va lua măsuri în concordanţă cu prevederile punctului 9.2.7. şi anume:

**9.2.7.**

a) CONTINUAREA funcţionării staţiei dacă sunt asigurate toate condiţiile pentru realizarea calităţii betoanelor preparate, inclusiv toate cerinţele prevăzute la pct. 9.2.4.



b) LIMITAREA producţiei de betoane calitativ şi/sau cantitativ funcţie de posibilităţile de asigurare a calităţii sau cerinţelor de execuţie în situaţiile în care se constată cel puţin una din următoarele deficienţe :

- deteriorarea pereţilor padocurilor depozitului de agregate care pot conduce la amestecarea sorturilor;
- deteriorarea platformei de depozitare a agregatelor sau a pantei şi rigolelor de evacuare a apelor;
- lipsa tipului de ciment corespunzător clasei betonului sau prevederilor proiectului;
- lipsa personalului calificat ce deserveşte staţia de betoane;
- nerespectarea instrucţiunilor de mentenanţă a utilajelor;
- alte deficienţe care pot afecta nefavorabil calitatea betoanelor;

c) OPRIREA funcţionării staţiei în baza uneia din următoarele constatări :

- dereglarea mijloacelor de dozare a componentelor betonului şi neasigurarea preciziei de măsurare din documentaţia tehnică a acestora;
- depasirea abaterilor conform Anexei VI.3/1 în ceea ce priveşte caracteristicile betonului proaspăt prevazute prin controlul operativ.
- analizarea rezultatelor încercărilor efectuate pe probele prelevate la staţie arată că pentru betoanele de clasă > C 8/10 la un volum mai mare de 15 % din totalul cantităţii produse s-a înregistrat gradul III de omogenitate sau nu s-a realizat clasa betonului (Anexa VI.4); Stabilirea gradului de omogenitate al betonului este prezentat în ANEXA I.7
- nefuncţionarea sistemului de asigurare a calităţii;

**9.2.8.** În vederea rezolvării neconformităţilor constatate cu ocazia auditului intern,a verificărilor periodice sau a inspecţiilor efectuate de organismele abilitate, agentul economic (staţia de betoane sau forul tutelar) va lua măsuri preventive sau corective după caz. Aducerea la îndeplinire a acţiunilor corective se comunică în maximum 24 ore organului constatator pentru a decide.

În cazul limitării producţiei şi opririi functionării, reluarea activităţii în condiţii normale se va face pe baza reconfirmării certificatului de atestare de către comisia de atestare.

9.3. DOZAREA

**9.3.1.** La dozarea materialelor componente ale betonului se admit următoarele abateri :

- agregate ± 3 %
- ciment şi apă ± 2 %
- adaosuri ± 3 %
- aditivi ± 5 %

Nota: Abaterile mentionate la pct. 9.3.1. se referă la dozarea componentelor, respectiv la erori ale operatorului la preparare.

**9.3.2.** Pentru realizarea acestor precizii la dozare, mijloacele de dozare trebuie să fie în bună stare de funcţionare şi să se supună verificărilor periodice după cum urmează :

* mijloacele de dozare vor fi verificate cel puţin odată pe săptămână şi la un interval de cel mult 50 ore de funcţionare pentru fiecare betonieră, folosindu-se greutăţi verificate în prealabil, măsurători sau alte procedee operative. Staţiile trebuie să fie dotate cu greutăţi etalon.

Dacă se constată depăşirea abaterilor menţionate se va proceda astfel :

- dacă defecţiunea se constată la dozatoarele de ciment sau agregate se va sista prepararea betonului la instalaţiile respective până la remedierea lor;
- dacă defecţiunea se constată la dozatoarele de apă sau aditivi se va admite funcţionarea în continuare a instalaţiei de preparare pentru un interval de maxim 5 zile, perioadă în care dozarea se va face cu recipienţi gradaţi;

Cel puţin o dată pe an se va proceda la verificarea metrologică a mijloacelor de dozare şi ori de câte ori apare necesar (de ex. semestrial, dat fiind întreruperile efectuate pe timp friguros)

**9.3.3.** În general se recomandă dozarea gravimetrică (cu balanţe cu pârghii, cu arcuri sau cu doze tensometrice).

În cazul betonierelor mobile (de şantier) cu capacitate maximă de 250 litri care prepară betoane de clasă ≤ C 12/15 la lucrările de importanţă redusă este permisă şi dozarea volumetrică, cu acceptul scris al investitorului, ca sistem alternativ avându-se în vedere următoarele :

* pentru agregate se pot folosi ca unitate de măsură cupa betonierei gradată în prealabil sau cutii etalonate;



* pentru ciment se pot folosi ca unitate de măsură sacul, cutii etalonate sau simultan ambele procedee ;
* pentru apă şi aditivi se vor folosi recipienţi gradaţi.

Pentru nisip, pe baza curbei de înfoiere, laboratorul va preciza corecţiile necesare în funcţie de starea de umiditate.

Abaterile la dozarea volumetrică nu vor depăşi ± 5 % pentru agregate şi aditivi respectiv ± 3 % pentru ciment şi apă.

9.4. AMESTECAREA ŞI ÎNCĂRCAREA ÎN MIJLOCUL DE TRANSPORT

**9.4.1.**Pentru amestecarea betonului se pot folosi betoniere cu amestecare fortata sau cu cădere liberă. În cazul utilizării agregatelor cu granule mai mari de 40 mm., se vor folosi numai betoniere cu cădere liberă.

**9.4.2.** Prin amestecare trebuie să se obţină o distribuţie omogenă a materialelor componente şi o lucrabilitate constantă.

**9.4.3.** Ordinea de introducere a materialelor componente în betonieră se va face începând cu sortul de agregate cu granula cea mai mare.

**9.4.4.** Amestecarea componenţilor betonului se va face până la obţinerea unui amestec omogen. Durata amestecării depinde de tipul şi compoziţia betonului, de condiţiile de mediu şi de tipul instalaţiei.

Durata de amestecare va fi de cel puţin 45 sec. de la introducerea ultimului component.

Durata de amestecare se va majora după caz pentru :

- utilizarea de aditivi sau adaosuri
- perioade de timp friguros
- utilizarea de agregate cu granule mai mari de 31 mm.
- betoane cu lucrabilitate redusă (tasare mai mică de 50 mm.)

**9.4.5.** Se recomandă ca temperatura betonului proaspăt la începerea turnarii să fie cuprinsă între 5 ° C şi 30 ° C.

**9.4.6.** Durata de încărcare a unui mijloc de transport sau de menţinere a betonului în buncărul tampon va fi de maximum 20 minute.

**9.4.7.** La terminarea unui schimb sau la întreruperea preparării betonului pe o durată mai mare de o oră este obligatoriu ca toba betonierei să fie spălată cu jet puternic de apă sau apă amestecată cu pietriş şi apoi imediat golită complet.

**9.4.8.** În cazul betonului deja amestecat (preparat la staţii, fabrici de betoane) utilizatorul (executantul) trebuie să aibă informaţii de la producător în ceea ce priveşte compoziţia betonului pentru a putea efectua turnarea şi tratarea betonului în condiţii corespunzătoare, pentru a putea evalua evoluţia în timp a rezistenţei şi durabilităţii betonului din structură.

Aceste informaţii trebuie furnizate utilizatorului înainte de livrare sau la livrare. Producătorul va furniza utilizatorului la cerere, pentru fiecare livrare a betonului următoarele informaţii de bază :

- denumirea staţiei (fabricii) producătoare de beton;
- denumirea organismului care a efectuat certificarea de conformitate a betonului, seria înregistrării certificatului si conform punctului 9.2.2. actul doveditor al atestării staţiei;
- data şi ora exactă la care s-a efectuat încărcarea (şi dacă este cazul precizarea orei la care s-a realizat primul contact între ciment şi apă);
- numărul de înmatriculare al mijlocului de transport;
- cantitatea de beton ($m^3$);

Bonul de livrare trebuie să dea următoarele date:

* Pentru amestecul (compoziţia) proiectat(ă) :
- clasa de rezistenţă
- clasa de consistenţă a betonului
- tipul, clasa, precum şi dozajul cimentului
- tipul de agregate şi granula maximă
- tipurile de aditivi şi adaosuri
- date privind caracteristici speciale ale betonului, de exemplu gradul de impermeabilitae,gelivitate,etc. Toate datele privind caracteristicile betonului vor fi notate în conformitate cu prevederile punctului 6.1.1.2.

Aceste informaţii pot proveni din catalogul producătorului de beton care trebuie să conţină informaţii cu privire la rezistenţa şi consistenţa betonului, dozare şi alte date relevante privind compoziţia betonului.

* Pentru amestecul prescris :
- detalii privind compoziţia betonului, de exemplu, conţinutul de ciment şi tipurile de aditivi sau adaosuri;



- clasa de consistenţă.

În ambele cazuri trebuie consemnate în bonul de livrare data şi ora sosirii betonului la punctul de lucru, confirmarea de primire a betonului, temperatura betonului la livrare şi temperatura mediului ambiant.

După maximum 30 zile de la livrarea betonului producătorul este obligat să elibereze un certificat de calitate pentru betonul marfă.

Rezultatele necorespunzatoare obţinute pentru probele de beton întărit vor fi comunicate utilizatorului în termen de 30 zile de la livrarea betonului.

Această condiţie va fi consemnată obligatoriu în contractul încheiat între părţi.

## 10. ARMAREA BETONULUI

### 10.1. OȚELURI PENTRU ARMĂTURI

Oțelurile pentru beton armat trebuie să se conformeze " Specificației tehnice privind cerințe și criterii de performanță pentru oțelurile utilizate în structuri din beton ".

Tipurile utilizate curent în elementele de beton armat (caracteristicile mecanice de livrare) sunt indicate în standardele de produs STAS 438/1 - 89 pentru oțeluri cu profil neted OB 37 și profilate PC 52, PC 60 respectiv 438 / 2 - 91 și 438/3,/4 - 98 pentru sârme trase și plase sudate pentru beton armat. Domeniile de utilizare ale acestor tipuri de armături sunt precizate în STAS 10107/0 - 90 sau în alte reglementări specifice.

10.1.1. Oțelurile de alte tipuri, inclusiv provenite din import, trebuie să fie agrementate tehnic cu precizarea domeniului de utilizare.

### 10.2 LIVRAREA şI MARCAREA

**10.2.1.** Livrarea oțelului beton se va face în conformitate cu reglementările în vigoare, însoțită de un document de calitate (certificat de calitate/inspecție,declarație de conformitate) și după certificarea produsului de un organism acreditat, de o copie după certificatul de conformitate.

Documentele ce însoțesc livrarea oțelului beton de la producător trebuie să conțină următoarele informații:

- denumirea și tipul de oțel, standardul utilizat;
- toate informațiile pentru identificarea loturilor;
- greutatea netă;
- valorile determinate privind criteriile de performanță.

**10.2.2.** Fiecare colac sau legătură de bare sau plase sudate va purta o etichetă, bine legată care va conține :

* marca produsului;
* tipul armăturii;
* numărului lotului și al colacului sau legăturii;
* greutatea netă;
* semnul CTC.



**10.2.3.**Oțelul livrat de furnizori intermediari va fi însoțit de un certificat privind calitatea produselor care va conține toate datele din documentele de calitate eliberate de producătorul oțelului beton.

### 10.3. TRANSPORTUL ŞI DEPOZITAREA

**10.3.1.** Barele de armătură, plasele sudate și carcasele prefabricate de armătură vor fi transportate și depozitate astfel încât să nu sufere deteriorări sau să prezinte substanțe care pot afecta armătura și/sau betonul sau aderența beton - armătură.

Oțelurile pentru armături trebuie să fie depozitate separat pe tipuri și diametre în spații amenajate și dotate corespunzător, astfel încât să se asigure :

* evitarea condițiilor care favorizează corodarea armăturii;
* evitarea murdăririi acestora cu pământ sau alte materiale;
* asigurarea posibilităților de identificare ușoară a fiecărui sortiment și diametru.

### 10.4. CONTROLUL CALITĂȚII

Controlul calității oțelului se va face conform prevederilor prezentate la capitolul 17.

### 10.5 FASONAREA, MONTAREA ŞI LEGAREA ARMĂTURILOR.

**10.5.1.** Fasonarea barelor, confecționarea și montarea carcaselor de armătură se va face în strictă conformitate cu prevederile proiectului.

**10.5.2.** Înainte de a se trece la fasonarea armăturilor, executantul va analiza prevederile proiectului, ținând seama de posibilitățile practice de montare și fixare a barelor, precum și de aspecte tehnologice de betonare și compactare. Dacă se consideră necesar se va solicita reexaminarea de către proiectant a dispozițiilor de armare prevăzute în proiect.

**10.5.3.** Armătura trebuie tăiată, îndoită, manipulată astfel încât să se evite:

* deteriorarea mecanică (de ex. crestături, loviri);
* ruperi ale sudurilor în carcase și plase sudate;

* contactul cu substanțe care pot afecta proprietățile de aderență sau pot produce procese de coroziune.

**10.5.4.** Armăturile care se fasonează trebuie să fie curate și drepte; în acest scop se vor îndepărta :

* eventuale impurități de pe suprafața barelor ;
* îndepărtarea ruginii, în special în zonele în care barele urmează a fi înnădite prin sudură.

După îndepărtarea ruginii reducerea secțiunilor barelor nu trebuie să depășească abaterile prevăzute în standardele de produs.

Oțelul - beton livrat în colaci sau barele îndoite trebuie să fie îndreptate înainte de a se proceda la tăiere și fasonare fără a se deteriora profilul (la întinderea cu troliul alungirea maximă nu va depăși 1 mm/m).

**10.5.5.** Barele tăiate și fasonate vor fi depozitate în pachete etichetate, în așa fel încât să se evite confundarea lor și să se asigure păstrarea formei și curățeniei lor până în momentul montării.

**10.5.6.** Se interzice fasonarea armăturilor la temperaturi sub - 10° C. Barele cu profil periodic cu diametrul mai mare de 25 mm. se vor fasona la cald.

Recomandări privind fasonarea, montarea și legarea armăturilor sunt prezentate în ANEXA II.1.

## 10.6. TOLERANȚE DE EXECUȚIE

În anexa II.2. sunt indicate abaterile limită la fasonarea și montarea armăturilor.

Dacă prin proiect se indică abateri mai mici se respectă acestea.

## 10.7. PARTICULARITĂȚI PRIVIND ARMAREA CU PLASE SUDATE

**10.7.1.** Plasele sudate din sârmă trasă netedă STNB sau profilată STPB se utilizează ori de cîte ori este posibil la armarea elementelor de suprafață în condițiile prevederilor STAS 10107/0 - 90.

**10.7.2.** Executarea și utilizarea plaselor sudate se va face în conformitate cu reglementările tehnice în vigoare.



**10.7.3.** Plasele sudate se vor depozita în locuri acoperite fără contact direct cu pământul sau cu substanțe care ar putea afecta armătura sau betonul, pe loturi de aceleași tipuri și notate corespunzător.

**10.7.4.** Încărcarea, descărcarea și transportul plaselor sudate se vor face cu atenție, evitându -se izbirile și deformarea lor sau desfacerea sudurii.

**10.7.5.** Încercările sau determinările specifice plaselor sudate, inclusiv verificarea calității sudării nodurilor se vor efectua conform STAS 438/3 - 1989.

**10.7.6.** În cazurile în care plasele sunt acoperite cu rugină se va proceda la înlăturarea acesteia prin pericre.

După îndepărtarea ruginii reducerea dimensiunilor secțiunii barei nu trebuie să depășească abaterile prevăzute în standardele de produs.

## 10.8. REGULI CONSTRUCTIVE

Distanțele minime între armături precum și diametrele minime admise pentru armăturile din beton armat monolit sau preturnat în funcție de diferitele tipuri de elemente se vor considera conform STAS 10107/0 - 90.

## 10.9. ÎNNĂDIREA ARMĂTURILOR

**10.9.1.** Alegerea sistemului de înnădire se face conform prevederilor proiectului și prevederilor STAS 10107/0 - 90. De regulă înnădirea armăturilor se realizează prin suprapunere fără sudură sau prin sudură funcție de diametrul / tipul barelor; felul solicitării, zonele elementului (de ex. zone plastice potențiale ale elementelor participante la structuri antiseismice).

Procedeele de înnădire pot fi realizate prin :

* suprapunere;
* sudură;
* manșoane metalo - termice;
* manșoane prin presare.

Înnădirea armăturilor prin suprapunere trebuie să se facă în conformitate cu prevederile STAS 10107/0 - 90.

Înnădirea armăturilor prin sudură se face prin procedee de sudare obişnuită (sudură electrică prin puncte, sudare electrică cap la cap prin topire intermediară, sudare manuală cu arc electric prin suprapunere cu eclise, sudare manuală cap la cap cu arc electric - sudare în cochilie, sudare în semimanşon de cupru - sudare în mediu de bioxid de carbon) conform reglementărilor tehnice specifice referitoare la sudarea armăturilor din oţel - beton (C 28 - 1983 şi C 150 - 1984), în care sunt indicate şi lungimile minime necesare ale cordonului de sudură şi condiţiile de execuţie.

**10.9.2.** Nu se permite folosirea sudurii la înnădirile armăturilor din oţeluri ale căror calităţi au fost îmbunătăţite pe cale mecanică (sârmă trasă). Această interdicţie nu se referă şi la sudurile prin puncte de la nodurile plaselor sudate executate industrial.

**10.9.3.** La stabilirea distanţelor între barele armăturii longitudinale trebuie să se ţină seama de spaţiile suplimentare ocupate de eclise, cochilii, etc., funcţie de sistemul de înnădire utilizat.

**10.9.4.** Utilizarea sistemelor de înnădire prin dispozitive mecanice (manşoane metalo - termice, prin presare sau alte procedee) este admisă numai pe baza reglementărilor tehnice specifice sau agrementelor tehnice.

**10.9.5.** La înnădirile prin bucle, raza de curbură interioară a buclelor trebuie să respecte prevederile STAS 10107/0 - 90.

## 10.10. STRATUL DE ACOPERIRE CU BETON

**10.10.1.** Pentru asigurarea durabilităţii elementelor/structurilor prin protecţia armăturii contra coroziunii şi o conlucrare corespunzătoare cu betonul este necesar ca la elementele din beton armat să se realizeze un strat de acoperire cu beton minim. Grosimea minimă a stratului se determină funcţie de tipul elementului, categoria elementului, condiţiile de expunere, diametrul armăturilor, clasa betonului, gradul de rezistenţă la foc, etc. Grosimea stratului de acoperire cu beton va fi stabilită prin proiect.

**10.10.2.** Grosimea stratului de acoperire cu beton în medii considerate fără agresivitate chimică se va stabili conform prevederilor STAS 10107/0 - 90.



Grosimea stratului de acoperire cu beton în mediile cu agresivitate chimică este precizată în reglementări tehnice speciale. În ANEXA II.3. se prezintă grosimea stratului de acoperire cu beton a armăturilor pentru elemente /structuri situate în zona Litoralului.

**10.10.3.** Pentru asigurarea la execuţie a stratului de acoperire proiectat trebuie realizată o dispunere corespunzătoare a distanţierilor din materiale plastice,mortar.Este interzisă utilizarea distanţierilor din cupoane metalice sau din lemn.

## 10.11. ÎNLOCUIREA ARMĂTURILOR PREVĂZUTE ÎN PROIECT

**10.11.1.** În cazul în care nu se dispune de sortimentele şi diametrele prevăzute în proiect, se poate proceda la înlocuirea acestora numai cu avizul proiectantului.

Distanţele minime respectiv maxime rezultate între bare precum şi diametrele minime adoptate trebuie să îndeplinească condiţiile din STAS 10107/0 - 1990 sau din alte reglementări specifice;

Înlocuirea se va înscrie în planurile de execuţie care se depun la Cartea construcţiei.

## 11. COFRAJE ŞI SUSŢINERI

### 11.1. CERINŢE DE BAZĂ

**11.1.1.** Cofrajele şi susţinerile trebuie să asigure obţinerea formei, dimensiunilor şi gradului de finisare prevăzute în proiect pentru elementele ce urmează a fi executate, respectându-se înscrierea în toleranţele admisibile conform ANEXEI III.1.

**11.1.2.** Cofrajele şi susţinerile vor fi proiectate astfel încât să fie capabile să reziste la toate acţiunile ce pot apare în timpul procesului de execuţie. Ele trebuie să rămână stabile până când betonul atinge o rezistenţă suficientă pentru a suporta eforturile la care va fi supus la decofrare, cu o limită acceptabilă de siguranţă (conform capitolului 14).

**11.1.3.** Cofrajele şi susţinerile trebuie să fie suficient de rigide pentru a asigura satisfacerea toleranţelor pentru structură şi a nu afecta capacitatea sa portantă.

**11.1.4.** Cofrajele vor fi dispuse astfel încât să fie posibilă amplasarea corectă a armăturii, cât şi realizarea unei compactări corespunzătoare a betonului.

**11.1.5.** Cofrajele şi susţinerile vor fi proiectate şi montate în conformitate cu reglementările tehnice în vigoare. Supravegherea şi controlul vor asigura realizarea cofrajelor în conformitate cu planurile de execuţie şi reglementările tehnice specifice.

**11.1.6.** Ordinea de montare şi demontare a cofrajelor trebuie stabilită astfel încât să nu producă degradarea elementelor de beton cofrate sau componentele cofrajelor şi susţinerilor.

**11.1.7.** Cofrajele vor fi proiectate şi montate astfel încât să permită decofrarea fără deteriorarea sau lovirea betonului.

**11.1.8.** Îmbinările dintre panourile cofrajului trebuie să fie etanşe.



**11.1.9.** Suprafaţa interioară a cofrajului trebuie să fie curată. Substanţele de ungere a cofrajului trebuie aplicate în straturi uniforme pe suprafaţa interioară a cofrajului, iar betonul trebuie turnat cât timp aceşti agenţi sunt eficienţi. Trebuie luată în considerare orice influenţă dăunătoare posibilă asupra suprafeţei betonului, a acestor substanţe de decofrare. Agenţii de decofrare nu trebuie să păteze betonul, să afecteze durabilitatea betonului sau să corodeze cofrajul.

Agenţii de decofrare trebuie să se aplice uşor şi să-şi păstreze proprietăţile neschimbate, în condiţiile climatice de execuţie a lucrărilor. Alegerea agenţilor de decofrare se va face pe bază reglementărilor tehnice sau agrementelor.

**11.1.10.** Distanţierii cofrajului, lăsaţi în beton, nu trebuie să afecteze durabilitatea sau aspectul betonului.

**11.1.11.** Cofrajul va fi executat şi finisat astfel încât să nu existe pierderi de părţi fine sau să producă pete pe suprafaţa betonului.

Gradul sau tipul particular de finisare necesar a fi realizate din motive practice sau estetice trebuie specificate ca cerinţe suplimentare prin proiect.

**11.1.12.** Piesele înglobate provizoriu pot fi necesare pentru menţinerea fixă a cofrajului sau a barelor de armătură până la întărirea betonului. Distanţierii nu trebuie să introducă încărcări suplimentare inacceptabile asupra structurii, nu vor reacţiona cu constituenţii betonului sau cu armătura şi nu trebuie să producă pătarea suprafeţei de beton.

### 11.2. TIPURI DE COFRAJE, DIMENSIONARE, TRANSPORT

**11.2.1.** Cofrajele se pot confecţiona din : lemn sau produse pe bază de lemn, metal sau produse pe bază de polimeri. Materialele utilizate trebuie să corespundă reglementărilor specifice în vigoare.

Cofrajele se clasifică din următoarele puncte de vedere:

a) faţă de pozitia cofrajului de la turnarea betonului la decofrare:
- cofraje staţionare;
- cofraje mobile (de exemplu: cofraje glisante, păşitoare, etc.)

b) din punct de vedere al utilizării componentelor:
- cofraje de inventar, la care componentele sunt mijloace de inventar şi se folosesc de mai multe ori;

- cofraje unicat, la care componentele se utilizează o singura dată. De regulă acestea sunt din materiale lemnoase (de exemplu: cofraje din scânduri pentru monolitizarea pe reazem a unei grinzi prefabricate etc.);
- cofraje pierdute, la care componentele intră în alcătuirea elementelor din beton care se toarnă în şantier (de exemplu: predale din beton armat);
- cofraje virtuale, la care betonul se toarnă în spaţii construite anterior (de exemplu: groapa în care se toarnă fundaţia de beton);

Pentru "cofrajele virtuale" abaterile faţă de dimensiunile de referinţă din proiect sunt cele specifice lucrărilor de pământ şi nu elementelor din beton turnat în "cofraje reale".

c) faţă de calitatea suprafeţei de beton obţinută după decofrare:
- cofraje pentru beton aparent;
- cofraje pentru betoane brute, suprafeţele obţinute fiind acoperite cu tencuială, placaje, plafoane şi pereţi falşi etc.

**11.2.2.** Cofrajele, susţinerile şi piesele de fixare se vor dimensiona ţinând seama de precizările date în "Ghidul pentru proiectarea şi utilizarea cofrajelor".

În cazul construcţiilor deosebite ca formă, înălţime sau deschidere sau a celor prevăzute a se executa cu procedee speciale, proiectul lucrării va cuprinde şi precizări privind alcătuirea cofrajelor, a susţinerilor acestora, precum şi tehnologia de montare şi demontare. Detaliile de alcătuire a cofrajelor se vor elabora de către constructor în cadrul proiectului tehnologic de execuţie sau de către un institut specializat.

**11.2.3.** Manipularea, transportul şi depozitarea cofrajelor se va face astfel încât să se evite deformarea şi degradarea lor. Este interzisă depozitarea cofrajelor direct pe pământ sau depozitarea altor materiale pe stivele de panouri de cofraje.

## 11.3. PREGĂTIREA LUCRĂRILOR

În baza analizării proiectului şi a condiţiilor specifice de execuţie, executantul va stabili tipul de cofraj ce se va adopta şi va elabora proceduri necesare realizării lucrărilor de cofraje ce vor cuprinde :

* lucrările pregătitoare;
* fazele de execuţie;



* poziţia eventualelor ferestre de curăţire sau betonare;
* programul de control al calităţii în fazele de execuţie a cofrajelor;
* resursele necesare (echipamente de cofrare şi susţineri, utilaje, scule, personal etc.);
* organizarea locului de muncă.

## 11.4. MONTAREA COFRAJELOR

Înainte de începerea operaţiei de montare a cofrajelor, se vor curăţi şi pregăti suprafeţele care vor veni în contact cu betonul ce urmează a se turna şi se va verifica şi corecta poziţia armăturilor. Montarea cofrajelor va cuprinde următoarele operaţii :

* trasarea poziţiei cofrajelor;
* asamblarea şi susţinerea provizorie a panourilor;
* verificarea şi corectarea poziţiei panourilor;
* încheierea, legarea şi sprijinirea definitivă a cofrajelor.

În cazurile în care elementele de susţinere a cofrajelor reazemă pe teren se va asigura repartizarea solicitărilor ţinând seama de gradul de compactare şi de posibilităţile de înmuiere, astfel încât să se evite producerea tasărilor. în cazurile în care terenul este îngheţat sau expus îngheţului rezemarea susţinerilor se va face astfel încât să se evite deplasarea acestora în funcţie de condiţiile de temperatură.

## 11.5. CONTROLUL ŞI RECEPŢIA LUCRĂRILOR DE COFRAJE

În vederea asigurării unei execuţii corecte a cofrajelor, se vor efectua verificări etapizate astfel :

* preliminar, cotrolându-se lucrările pregătitoare şi elementele sau subansamblurile de cofraj şi susţineri;
* în cursul execuţiei, verificându-se poziţionarea în raport cu trasarea şi modul de fixare a elementelor;
* final, recepţia cofrajelor şi consemnarea constatărilor într-un registru de procese verbale pentru verificarea calităţii lucrărilor ce devin ascunse (proces verbal de recepţie calitativă), ţinându-se seama şi de prevederile capitolului 17. Controlul calităţii lucrărilor

În cazul cofrajelor care se închid după montarea armăturilor se va redacta un proces verbal comun pentru cofraje şi armături.

## 12. TRANSPORTUL Şi PUNEREA ÎN OPERĂ A BETONULUI

### 12.1. TRANSPORTUL BETONULUI

Transportul betonului trebuie efectuat luând măsurile necesare pentru a preveni segregarea, pierderea componenților sau contaminarea betonului.

**12.1.1.** Mijloacele de transport trebuie să fie etanşe, pentru a nu permite pierderea laptelui de ciment.

**12.1.2.** Transportul betoanelor cu tasare mai mare de 50 mm. se va face cu autoagitatoare, iar a betoanelor cu tasare de maxim 50 mm. cu autobasculante cu benă, amenajate corespunzator.

Transportul local al betonului se poate efectua cu bene, pompe, vagoneți, benzi transportoare, jgheaburi sau tomberoane.

**12.1.3.** Pe timp de arşită sau ploaie, în cazul transportului cu autobasculante pe distanță mai mare de 3 km., suprafața libera de beton trebuie să fie protejată, astfel încât să se evite modificarea caracteristicilor betonului urmare a modificării conținutului de apă.

**12.1.4.** Durata maximă posibilă de transport depinde în special de compoziția betonului şi conditiile atmosferice. Durata de transport se consideră din momentul încărcării mijlocului de transport şi sfârşitul descărcării acestuia şi nu poate depaşi valorile orientative prezentate în tabelul 12.1., pentru cimenturi de clase 32,5 / 42,5 decât dacă se utilizează aditivi întârzietori.

Tabelul 12.1.

Durata maximă de transport a betonului cu autoagitatoare

| Temperatura amestecului de beton (° C) | Durata maxima de transport (minute) | |
|---|---|---|
| | cimenturi de clasa 32,5 | cimenturi de clasa ≥ 42,5 |
| 10° < t ≤ 30° | 50 | 35 |
| t < 10° | 70 | 50 |



În general se recomandă ca temperatura betonului proaspăt, înainte de turnare, sa fie cuprinsă între (5÷30)° C.

În situația betoanelor cu temperaturi mai mari de 30° C sunt necesare măsuri suplimentare precum :

- stabilirea de către un institut de specialitate sau un laborator autorizat a unei tehnologii adecvate de preparare, transport, punere în operă şi tratare a betonului şi folosirea unor aditivi întârzietori eficienți etc.

În cazul transportului cu autobasculante, durata maximă se reduce cu 15 minute față de limitele din tabelul 12.1.

**12.1.5.** Ori de cate ori intervalul de timp dintre descărcarea şi reîncărcarea cu beton a mijloacelor de transport depaşeşte o oră precum şi la întreruperea lucrului, acestea vor fi curățate cu jet de apă. în cazul autoagitatoarelor, acestea se vor umple cu cca. $1m^3$ de apă şi se vor roti cu viteză maximă timp de 5 minute după care se vor goli complet de apă.

### 12.2. PREGĂTIREA TURNĂRII BETONULUI

**12.2.1.** Executarea lucrărilor de betonare poate să înceapă numai dacă sunt îndeplinite următoarele condiții :

a) întocmirea procedurii pentru betonarea obiectului în cauză şi acceptarea acesteia de către investitor;

b) sunt realizate măsurile pregătitoare, sunt aprovizionate şi verificate materialele componente (agregate, ciment, aditivi, adaosuri etc.) şi sunt în stare de funcționare utilajele şi dotările necesare, în conformitate cu prevederile procedurii de execuție în cazul betonului preparat pe şantier;

c) sunt stabilite şi instruite formațiile de lucru, în ceea ce priveşte tehnologia de execuție şi măsurile privind securitatea muncii şi PSI;

d) au fost recepționate calitativ lucrările de săpături, cofraje şi armături (după caz);

e) în cazul în care, de la montarea la recepționarea armăturii, a trecut o perioadă îndelungată (peste 6 luni) este necesară o inspectare a stării armăturii de către o comisie alcătuită din beneficiar, executant, proiectant şi reprezentantul ISCLPUAT care va decide oportunitatea expertizării stării armăturii de către un expert sau un institut de specialitate şi va dispune efectuarea ei; în orice caz, dacă se constată prezența frecventă a ruginei neaderente, armătura -după curățire - nu trebuie să prezinte o reducere a

secțiunii sub abaterea minimă prevăzută în standardele de produs; se va proceda apoi la o nouă recepție calitativă;

f) suprafețele de beton turnat anterior și întărit, care vor veni în contact cu betonul proaspăt, vor fi curățate de pojghița de lapte de ciment (sau de impurități); suprafețele nu trebuie să prezinte zone necompactate sau segregate și trebuie să aibe rugozitatea necesară asigurării unei bune legături între cele două betoane;

g) sunt asigurate posibilități de spălare a utilajelor de transport și punere în operă a betonului;

h) sunt stabilite, după caz, și pregătite măsurile ce vor fi adoptate pentru continuarea betonării în cazul intervenției unor situații accidentale (stație de betoane și mijloace de transport de rezervă, sursă suplimentară de energie electrică, materiale pentru protejarea betonului, condiții de creare a unui rost de lucru etc.);

l) nu se întrevede posibilitatea intervenției unor condiții climatice nefavorabile (ger, ploi abundente, furtună etc.)

j) în cazul fundațiilor, sunt prevăzute măsuri de dirijare a apelor provenite din precipitații, astfel încât acestea să nu se acumuleze în zonele ce urmează a se betona;

k) sunt asigurate condițiile necesare recoltării probelor la locul de punere în operă și efectuării determinărilor prevăzute pentru betonul proaspăt, la descărcarea din mijlocul de transport;

l) este stabilit locul de dirijare a eventualelor transporturi de beton care nu îndeplinesc condițiile tehnice stabilite și sunt refuzate.

**12.2.2.** În baza verificării îndeplinirii condițiilor de la punctul 12.2.1., se va consemna aprobarea începerii betonării de către: responsabilul tehnic cu execuția, reprezentantul beneficiarului și în cazul fazelor determinante proiectantul, reprezentantul ISCLPUAT, în conformitate cu prevederile programului de control al calității lucrărilor - stabilite prin contract.

**12.2.3.** Aprobarea începerii betonării trebuie să fie reconfirmată, pe baza unor noi verificări, în cazurile în care :

* au intervenit evenimente de natură să modifice situația constatată la data aprobării (intemperii, accidente, reluarea activității la lucrări sistate și neconservate);

* betonarea nu a început în intervalul de 7 zile, de la data aprobării.



**12.2.4.** Înainte de turnarea betonului, trebuie verificată funcționarea corectă a utilajelor pentru transportul local și compactarea betonului.

**12.2.5.** Se interzice începerea betonării înainte de efectuarea verificărilor și măsurilor indicate la punctul 12.2.1.

## 12.3. REGULI GENERALE DE BETONARE

**12.3.1.** Betonarea unei construcții va fi condusă nemijlocit de conducătorul tehnic al punctului de lucru. Acesta va fi permanent la locul de turnare și va supraveghea respectarea strictă a prevederilor prezentului cod și procedurii de execuție.

**12.3.2.** Betonul va fi pus în lucrare la un interval cât mai scurt de la aducerea lui la locul de turnare.Nu se admite depășirea duratei maxime de transport și modificarea consistenței betonului.

**12.3.3.** La turnarea betonului trebuie respectate următoarele reguli generale:

a) cofrajele de lemn, betonul vechi sau zidăriile - care vor veni în contact cu betonul proaspăt - vor fi udate cu apă cu (2÷3) ore înainte și imediat înainte de turnarea betonului, dar apa rămasă în denivelări va fi înlăturată;

b) din mijlocul de transport, descărcarea betonului se va face în: bene, pompe, benzi transportoare, jgheaburi sau direct în lucrare;

c) dacă betonul adus la locul de punere în lucrare nu se încadrează în limitele de consistență admise sau prezintă segregări, va fi refuzat fiind interzisă punerea lui în lucrare; se admite îmbunătățirea consistenței numai prin folosirea unui superplastifiant;

d) înălțimea de cădere liberă a betonului nu trebuie să fie mai mare de 3,00 m.- în cazul elementelor cu lățime de maximum 1,00 m. - și 1,50 m. -în celelalte cazuri, inclusiv elemente de suprafață (plăci, fundații etc.);

e) betonarea elementelor cofrate pe înălțimi mai mari de 3,00 m. se va face prin ferestre laterale sau prin intermediul unui furtun sau tub (alcătuit din tronsoane de formă tronconică), având capătul inferior situat la maximum 1,50 m. de zona care se betonează;

f) betonul trebuie să fie răspândit uniform în lungul elementului, urmărindu-se realizarea de straturi orizontale de maximum 50 cm. înălțime și turnarea noului strat înainte de începerea prizei betonului turnat anterior;

g) se vor lua măsuri pentru a se evita deformarea sau deplasarea armăturilor față de poziția prevăzută, îndeosebi pentru armăturile dispuse la partea superioară a plăcilor în consolă; dacă totuși se vor produce asemenea defecte, ele vor fi corectate în timpul turnării;

h) se va urmări cu atenție înglobarea completă în beton a armăturii, respectându-se grosimea stratului de acoperire, în conformitate cu prevederile proiectului;

i) nu este permisă ciocănirea sau scuturarea armăturii în timpul betonării și nici așezarea pe armături a vibratorului;

j) în zonele cu armături dese se va urmări cu toată atenția umplerea completă a secțiunii, prin îndesarea laterală a betonului cu șipci sau vergele de oțel, concomitent cu vibrarea lui; în cazul în care aceste măsuri nu sunt eficiente, se vor crea posibilități de acces lateral al betonului, prin spații care să permită pătrunderea vibratorului;

k) se va urmări comportarea și menținera poziției inițiale a cofrajelor și susținerilor acestora, luându-se măsuri operative de remediere în cazul unor deplasări sau cedări;

l) circulația muncitorilor și utilajului de transport în timpul betonării se va face pe podine astfel rezemate încât să nu modifice poziția armăturii; este interzisă circulația directă pe armături sau pe zonele cu beton proaspăt;

m) betonarea se va face continuu, până la rosturile de lucru prevăzute în proiect sau procedura de execuție;

n) durata maximă admisă a întreruperilor de betonare, pentru care nu este necesară luarea unor măsuri speciale la reluarea turnării, nu trebuie să depășească timpul de începere a prizei betonului; în lipsa unor determinări de laborator, aceasta se va considera de 2 ore de la prepararea betonului - în cazul cimenturilor cu adaosuri - și respectiv 1,5 ore, în cazul cimenturilor fără adaos;

o) în cazul când s-a produs o întrerupere de betonare mai mare, reluarea turnării este permisă numai după pregătirea suprafețelor rosturilor, conform cap. 13 "Rosturi de lucru" ;

p) instalarea podinilor pentru circulația lucrătorilor și mijloacelor de transport local al betonului pe planșeele betonate, precum și depozitarea pe ele a unor schele, cofraje sau armături este permisă numai după (24 ÷ 48) ore, în



funcție de temperatura mediului și tipul de ciment utilizat (de exemplu, 24 ore dacă temperatura este de peste 20° C și se folosește ciment de tip I de clasă mai mare de 32,5).

**12.3.4.** Betonarea diferitelor elemente de construcție este prezentată în ANEXA IV.1.

## 12.4. COMPACTAREA BETONULUI

**12.4.1.** Betonul va fi astfel compactat încât să conțină o cantitate minimă de aer oclus.

**12.4.2.** Compactarea betonului este obligatorie și se poate face prin diferite procedee, funcție de consistența betonului, tipul elementului etc. În general compactarea mecanică a betonului se face prin vibrare.

Se admite compactarea manuală (cu maiul, vergele sau șipci, în paralel, după caz cu ciocănirea cofrajelor) în următoarele cazuri :

* introducerea în beton a vibratorului nu este posibilă din cauza dimensiunilor secțiunii sau desimii armăturii și nu se poate aplica eficient vibrarea externă;

* întreruperea funcționării vibratorului din diferite motive, caz în care betonarea trebuie să continue până la poziția corespunzătoare a unui rost;

* se prevede prin reglementări speciale (beton fluid, betoane monogranulare).

**12.4.3.** În timpul compactării betonului proaspăt se va avea grijă să se evite deplasarea și degradarea armăturilor și/sau cofrajelor.

**12.4.4.** Betonul trebuie compactat numai atâta timp cât este lucrabil.

**12.4.5.** Detalii privind procedeele de vibrare mecanică sunt prezentate în ANEXA IV.2.

## 13. ROSTURI DE LUCRU (DE BETONARE)

**13.1.** În măsura în care este posibil se vor evita rosturile de lucru, organizându-se execuţia astfel încât betonarea să se facă fără întrerupere la nivelul respectiv sau între două rosturi de dilatare. Când rosturile de lucru nu pot fi evitate poziţia lor trebuie stabilită prin proiect sau procedura de execuţie.

**13.2.** Numărul rosturilor trebuie să fie minim pentru că ele pot avea rezistenţa mai mică la întindere şi forfecare în comparaţie cu restul structurii în cazul în care rosturile sunt tratate necorespunzător. De asemenea există riscul de diminuare a impermeabilităţii în rost cu consecinţe în reducerea gradului de protecţie împotriva coroziunii armăturii.

**13.3.** Rosturile de lucru vor fi localizate în zone ale elementelor (structurii) care nu sunt supuse la eforturi mari în timpul exploatării.

**13.4.** Pentru construcţii cu caracter special, elemente de mare deschidere, construcţii masive, rezervoare, silozuri, cuve, radiere, etc. poziţia rosturilor de lucru trebuie indicate în proiect precizându-se şi modul de tratare (benzi de etanşare, prelucrare etc.)

**13.5.** Rosturile de lucru vor fi realizate ţinându-se seama de următoarele cerinţe :

a) suprafaţa rosturilor de lucru la stâlpi şi grinzi va fi de regulă perpendiculară pe axa acestora, iar la plăci şi pereţi perpendiculară pe suprafaţa lor;

b) Tratarea rosturilor de lucru:

- spălare cu jet de apă şi aer sub presiune după sfârşitul prizei betonului (cca. 5 ore de la betonare, funcţie de rezultatele încercărilor de laborator);
- înainte de betonare suprafaţa rostului de lucru va fi bine curăţată îndepărtându-se betonul ce nu a fost bine compactat şi/sau se va freca cu peria de sârmă pentru a înlătura pojghiţa de lapte de ciment şi oricare alte impurităţi după care se va uda;
- înaintea betonării betonul mai vechi trebuie uscat la suprafaţă şi lăsat să absoarbă apa după regula " betonul trebuie să fie saturat dar suprafaţa zvântată ".



**13.6.** La structurile din beton, impermeabile, rosturile trebuie de asemenea realizate impermeabile.

**13.7.** Cerinţele enunţate la punctele 13.2.....13.6. trebuie să fie îndeplinite şi în cazul rosturilor "neintenţionate" ce au apărut ca urmare a condiţiilor climaterice, din cauza unor defecţiuni, nelivrării la timp a betonului, etc.

**13.8.** În ANEXA IV. 3. se fac recomandări privind stabilirea poziţiei rostului de lucru.

## 14. DECOFRAREA

**14.1.** Elementele de construcţii pot fi decofrate atunci când betonul a atins o anumită rezistenţă. Trebuie avute în vedere condiţiile speciale ale decofrării elementelor din beton care au fost supuse îngheţului în faza întăririi (pentru betonul neprotejat).

**14.2.** Elementele pot fi decofrate în momentul în care betonul are o rezistenţă suficientă pentru a putea prelua integral sau parţial, după caz sarcinile pentru care au fost proiectate.

**14.3.** Trebuie acordată o atenţie deosebită elementelor de construcţie, care după decofrare suportă aproape întreaga sarcină prevăzută în calcul.

**14.4.** Se recomandă următoarele valori ale rezistenţei la care se poate decofra:

-părţile laterale ale cofrajelor se pot îndepărta după ce betonul a atins o rezistenţă de minimum 2,5 $N/mm^2$ astfel încât feţele şi muchiile elementelor să nu fie deteriorate.

-cofrajele feţelor inferioare la plăci şi grinzi se vor îndepărta menţinând sau remontând popi de siguranţă, atunci când rezistenţa betonului a atins faţă de clasă, următoarele procente :

* 70 % pentru elemente cu deschideri de maximum 6 m.
* 85 % pentru elemente cu deschideri mai mari de 6 m.

Popii de siguranță se vor îndepărta atunci când rezistența betonului a atins față de clasă următoarele procente :

* 95 % pentru elemente cu deschideri de maximum 6 m.
* 112 % pentru elemente cu deschideri de 6.....12 m
* 115 % pentru elemente cu deschideri mai mari de 12 m.

**14.5.** Stabilirea rezistențelor la care au ajuns părțile de construcție în vederea decofrării se face prin încercarea epruvetelor de control, pe faze, confecționate în acest scop și păstrate în condiții similare elementelor în cauză conform STAS 1275 - 88. La aprecierea rezultatelor obținute pe epruvetele de control trebuie să se țină seama de faptul că poate exista o diferență între aceste rezultate și rezistența reală a betonului din element (evoluția diferită a căldurii în beton în cele două situații, tratarea betonului, etc.)

În cazurile în care există dubii în legătură cu aceste rezultate, se recomandă încercări nedistructive. În tabelele 14.1,14.2,14.3, se prezintă recomandări cu privire la termenele minime de decofrare și de îndepărtare a popilor de siguranță,precum și a termenelor orientative de încercare a probelor de beton în vederea stabilirii rezistenței betonului, funcție de temperatura mediului și viteza de dezvoltare arezistenței betonului.

Viteza de dezvoltare a rezistenței betonului se va considera conform tabelului 15.2(capitolul 15).

În tabelul 14.1 se prezintă recomandări cu privire la termenele minime de decofrare ale fețelor laterale funcție de temperatura mediului și viteza de dezvoltare a rezistenței betonului.

TABELUL 14.1.

| Viteza de dezvoltare a rezistenței betonului | Termenul de decofrare (zile) pentru temperatura mediului (° C) | | |
|---|---|---|---|
| | + 5 | + 10 | + 15 |
| Lentă | 2 | 1 1/2 | 1 |
| Medie | 2 | 1 | 1 |

În tabelul 14.2. se prezintă termenele minime recomandate pentru decofrarea fețelor inferioare ale cofrajelor cu menținerea popilor de siguranță.



Tabelul 14.2.

| Condiții tehnologice | Termenul (în zile) de la turnare | |
|---|---|---|
| Viteza de dezvoltare a rezistenței betonului | Lentă | Medie |
| Temperatura mediului (° C) | +5 +10 +15 | +5 +10 +15 |
| Grinzi cu deschiderea de max. 6, 00 m | 6 5 4 | 5 5 3 |
| Grinzi cu deschidere > 6,00 m | 10 8 6 | 6 5 4 |

În tabelul 14.3. se prezintă termenele minime recomandate pentru îndepărtarea popilor de siguranță.

Tabelul 14.3.

| Condiții tehnologice | Termenul (în zile) de la turnare | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Viteza de dezvoltare a rezistenței betonului | Lentă | | | Medie | | |
| Temperatura mediului (° C) | +5 | +10 | +15 | +5 | +10 | +5 |
| Grinzi cu deschiderea de max. 6,00 m | 18 | 14 | 9 | 10 | 8 | 5 |
| Grinzi cu deschideri de 6.....12 m | 21 | 18 | 12 | 14 | 11 | 7 |
| Grinzi cu deschidere > 12, 00 m | 36 | 28 | 18 | 28 | 21 | 14 |

OBSERVAȚII :

Termenele prezentate în tabele sunt orientative, decofrarea urmând a se face pe baza procedurilor de execuție (funcție de tipul cimentului utilizat, temperatura mediului exterior) în momentul în care elementele au atins rezistențele minime indicate în prezenta reglementare tehnică în funcție de tipul de element și dimensiunile deschiderilor conform punctului 14.4.

Dacă în timpul întăririi betonului temperatura se situează sub + 5° C atunci se recomandă ca durata minimă de decofrare să se prelungească cu aproximativ durata înghețului.

Regulile privind operațiunile de decofrare sunt prezentate în ANEXA V.1.

# 15. TRATAREA BETONULUI DUPĂ TURNARE

## 15.1. GENERALITĂȚI

**15.1.1.** În vederea obținerii proprietăților potențiale ale betonului, (în special) zona suprafeței trebuie tratată și protejată o anumită perioadă de timp, funcție de tipul structurii, elementului, condițiile de mediu din momentul turnării și condițiile de expunere în perioada de serviciu a structurii.

**15.1.2.** Tratarea și protejarea betonului trebuie să înceapă cât mai curând posibil după compactare.

**15.1.3.** Acoperirea cu materiale de protecție se va realiza de îndată ce betonul a căpătat o suficientă rezistență pentru ca materialul să nu adere la suprafața acoperită.

**15.1.4.** Tratarea betonului este o măsură de protecție împotriva :

* uscării premature, în particular, datorită radiațiilor solare și vântului.

Protecția betonului este o măsură de prevenire a efectelor:

* antrenării (scurgerilor) pastei de ciment datorită ploii (sau apelor curgătoare);
* diferențelor mari de temperatură în interiorul betonului;
* temperaturii scăzute sau înghețului;
* eventualelor șocuri sau vibrații care ar putea conduce la o diminuare a aderenței beton-armătură (după întărirea betonului).

**15.1.5.** Principalele metode de tratare/protecție sunt :

* menținerea în cofraje;
* acoperirea cu materiale de protecție, menținute în stare umedă;
* stropirea periodică cu apă;
* aplicarea de pelicule de protecție.



## 15.2. DURATA TRATĂRII

Durata tratării depinde de :

a) Sensibilitatea betonului la tratare, funcție de compoziție.

Cele mai importante caracteristici ale compoziției betonului, care influențează durata tratării betonului, sunt : raportul apă/ciment, tipul și clasa cimentului, tipul și proporția aditivilor.

Betonul cu un conținut redus de apă (raport A/C mic) și care are în compoziție cimenturi cu întărire rapidă (R) atinge un anumit nivel de impermeabilitate mult mai rapid decât un beton preparat cu un raport A/C ridicat și cu cimenturi cu întărire normală, durata tratării diferind în consecință.

De asemenea, având în vedere că, funcție de clasa de expunere, betoanele preparate cu cimenturi de tip II - V compozite, sunt mai sensibile la carbonatare decât betoanele preparate cu cimenturi portland de tip I., în cazul folosirii aceluiași raport A/C se recomandă prelungirea duratei de tratare pentru primul caz.

b) Temperatura betonului

În general, cu cât temperatura exterioară este mai scăzută cu atât timpul necesar de tratare este mai mic. Temperatura betonului după turnare depinde de temperatura mediului ambiant, tipul și clasa cimentului, dimensiunile elementelor structurale și proprietățile de izolator ale cofrajului.

c) Condițiile atmosferice în timpul și după turnare

Durata de tratare depinde de temperatura mediului ambiant, umiditate și viteza vântului, care pot accelera uscarea prematură a betonului.

d) Condițiile de serviciu, inclusiv de expunere, ale structurii

Cu cât condițiile de expunere sunt mai severe cu atât este necesar ca durata de tratare să fie prelungită.

În figura 15.1. se prezintă schematic durata de tratare, funcție de următorii parametri :

* agresivitatea mediului pe timpul duratei de serviciu;
* condițiile de mediu în timpul tratării betonului;
* sensibilitatea amestecului (funcție de tipul de ciment și raportul apă/ciment); pentru a se obține un amestec mai puțin sensibil la tratare trebuie în general redus raportul apă/ciment.

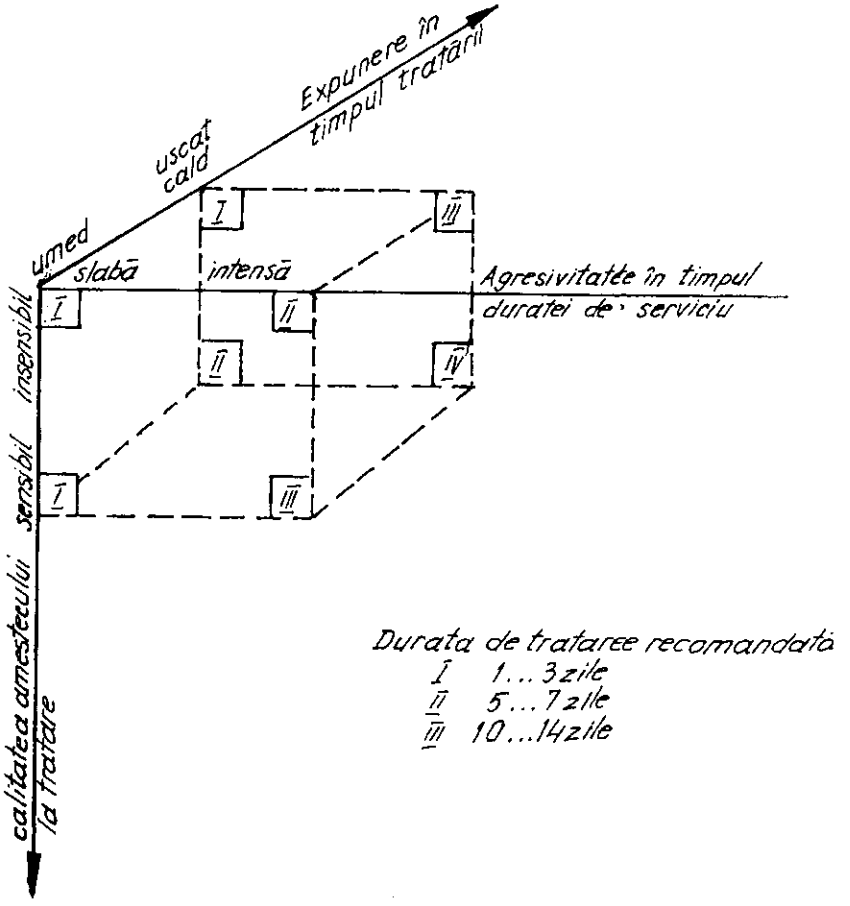



Fig. 15. 1. DURATA DE TRATARE A BETONULUI DUPĂ TURNARE

În tabelul 15.1. se prezintă durata orientativa (in zile) a tratarii betonului functie de dezvoltarea rezistenței betonului, temperatura betonului și condițiile de mediu în timpul tratării.

În tabelul 15.2. se prezintă aprecieri asupra dezvoltării rezistenței betonului funcție de raportul apă/ciment și clasa de rezistență a cimentului.



Tabelul 15.1.

*Durata orientativă (în zile) a tratării betonului*

| Dezvoltarea rezistenței betonului | rapidă | | | medie | | | lentă | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Temperatura betonului în timpul tratării (° C) | 5 | 10 | 15 | 5 | 10 | 15 | 5 | 10 | 15 |
| Condiții de mediu în timpul tratării | | | | | | | | | |
| Elemente expuse indirect razelor solare, umiditate sub 80% | 2 | 2 | 1 | 3 | 3 | 2 | 4 | 4 | 2 |
| Elemente expuse razelor solare sau vântului cu viteză medie, umiditate peste 50% | 4 | 3 | 2 | 6 | 4 | 3 | 8 | 5 | 4 |
| Elemente expuse la razele intense ale soarelui sau la o viteză mare a vântului sau la o umiditate sub 50% | 4 | 3 | 2 | 8 | 6 | 5 | 10 | 8 | 5 |

Tabelul 15.2

| Viteza de dezvoltare a rezistenței betonului | Raport apă / ciment | Clasa de rezistență a cimentului |
|---|---|---|
| rapidă | < 0,5 | 42,5 R-52,5 R |
| medie | 0,5 ÷ 0,6 | 42,5 R |
| | < 0,5 | 32,5 R - 42,5 |
| lentă | toate celelalte cazuri | |

Durata tratării exprimată în tabelul 15.1. are un caracter orientativ, aceasta stabilindu-se pentru fiecare caz în parte, funcție de considerațiile prezentate în prezentul cod.

În tabelul 15.1. sunt prezentate recomandări privind durata tratării betonului pentru cimenturi de tip I (Portland) și pentru temperaturi de 5° C, 10° C și 15° C. Durata de tratare depinde în mod substanțial de temperatura betonului; de exemplu la 30° C durata tratării poate fi aproximativ jumătate din durata tratării betonului la 20° C. Astfel izolarea prin cofraj poate fi o metodă de reducere a timpului de tratare.

Betonul preparat cu cimenturi conținând și alte componente decât clincher (tip II 32,5; III 32,5; IV 32,5 etc.) sau conținând anumite tipuri de adaosuri este mult mai sensibil la tratament decât betonul preparat cu ciment de tipul I,

la acelaşi raport apă/ciment. în aceste cazuri se recomandă, faţă de condiţiile date în tabel, ca durata tratării să crească în medie cu două zile pentru betonul preparat cu cimenturi de tip II, III, IV sau V.

În cazul în care betonul este supus intens la uzură sau structura se va afla în condiţii severe de expunere, se recomandă creşterea duratei de tratare cu (3 ÷ 5) zile.

Notă :

În lipsa unor date referitoare la compoziţia betonului, condiţiile de expunere în timpul duratei de serviciu a construcţiei - pentru a asigura condiţii favorabile de întărire şi a reduce deformaţiile din contracţie - se va menţine umiditatea timp de minimum 7 zile după turnare (cu excepţia recipienţilor pentru lichide).

În cazul recipienţilor pentru lichide menţinerea umidităţii va fi asigurată (14÷28) zile, în funcţie de anotimp şi condiţiile de expunere.

15.3. Protecţia betonului se va realiza cu diferite materiale (prelate, strat de nisip, rogojini etc.). Materialul de protecţie trebuie menţinut permanent în stare umedă.

15.4. Stropirea cu apă va începe după (2÷12) ore de la turnare, în funcţie de tipul de ciment utilizat şi temperatura mediului, dar imediat după ce betonul este suficient de întărit pentru ca prin această operaţie să nu fie antrenată pasta de ciment.

Stropirea se va repeta la intervale de (2÷6) ore în aşa fel încât suprafaţa să se menţină permanent umedă. Se va folosi apa care îndeplineşte condiţiile de calitate similare cu condiţiile de la apa de amestecare.

În cazul în care temperatura mediului este mai mică de +5° C, nu se va proceda la stropire cu apă ci se vor aplica materiale sau pelicule de protecţie. În general, în momentul în care se obţine o rezistenţă a betonului de 5 N/mm$^2$ nu mai este necesară protecţia. Peliculele de protecţie se aplică în conformitate cu reglementările speciale.

Pe timp ploios suprafeţele de beton proaspăt vor fi acoperite cu prelate sau folii de polietilenă atâta timp cât prin căderea precipitaţiilor există pericolul antrenării pastei de ciment.

Betonul ce ar urma să fie în contact cu ape curgătoare va fi protejat de acţiunea acestora, printr-o deviere provizorie de cel puţin 7 zile sau prin sisteme etanşe de protecţie (palplanşe sau batardouri).



# 16. BETOANE CU COMPOZIŢII SPECIALE ŞI BETOANE PUSE ÎN OPERĂ PRIN PROCEDEE SPECIALE

## 16.1. BETOANE CONŢINÂND O COMBINAŢIE DE ADITIVI

**16.1.1.** În multe situaţii cum ar fi : betonul masiv, betonul cu rezistenţă mare la îngheţ - dezgheţ şi la agenţii de dezgheţare, betonarea cu viteză foarte mică, este avantajos să se folosească la prepararea betonului mai mulţi aditivi.

**16.1.2.** Efectele aditivilor asupra proprietăţilor betonului proaspăt sau întărit (prezentate la capitolul 4.4.) sunt în general cunoscute în cazurile în care se foloseşte un singur tip de aditiv în amestec. Folosirea concomitentă a mai multor tipuri de aditivi poate influenţa eficacitatea fiecărui aditiv luat separat asupra proprietăţilor betonului.

Există cazuri în care folosirea a două tipuri de aditivi este chiar incompatibilă, de exemplu aditivii mari reducători de apă şi aditivii antrenori de aer.

În cazul folosirii unei combinaţii de aditivi pot fi semnalate schimbări esenţiale în ce priveşte timpul de priză sau dezvoltarea rezistenţei în timp.

**16.1.3.** în cazul în care se foloseşte o combinaţie de aditivi trebuie să se ceară de către utilizator efectuarea de experimentări suplimentare unor institute specializate şi să se consulte producătorii de aditivi asupra compatibilităţii folosirii lor.

Stabilirea compoziţiei betoanelor şi verificarea nivelelor de performanţă stabilite prin proiect în cazul utilizării unei combinaţii de aditivi, se va face:

a) pe baza studiilor elaborate de către institute de cercetare sau de învăţământ superior, pentru construcţii de importanţă deosebită sau excepţională;

b) pe bază de studii elaborate de catre laboratoare autorizate, pentru construcţii de importanţă normală sau redusă.

## 16.2. TURNAREA BETONULUI SUB APĂ

**16.2.1.** Betonul turnat sub apă trebuie să aibă proprietăţi speciale în stadiile proaspăt şi întărit; trebuie să aibă consistenţa necesară de a putea fi pus în operă uşor, să aibă o structură densă chiar şi fără compactare şi să nu segrege.

**16.2.2.** Turnarea betonului sub apă se face numai în incinte cu apă stătătoare sau care a fost adusă în această stare prin măsuri corespunzătoare.

**16.2.3.** În cazul în care nu se folosesc aditivi speciali sau adaosuri nu este admisă căderea liberă a betonului prin apă chiar pe distanțe foarte scurte.

Pentru a nu se solubiliza sau segrega betonul se poate turna prin tuburi.

Turnarea prin tuburi fixe sau mobile trebuie să se facă continuu, capătul inferior al tubului trebuie să fie imersat în beton cu minimum 40 cm în cazul căderii libere a betonului prin tuburi și cu cca. 100 cm. în cazul pompării acestuia.

**16.2.4.** La stabilirea compoziției betonului turnat sub apă se fac următoarele recomandări :

* Consistența

Pentru betoane turnate sub apă se va folosi o consistență corespunzătoare unei clase T3 sau T4 funcție de tehnologia de turnare prin cădere liberă prin tuburi sau prin pompare. În cazul betoanelor pompate pentru a se preveni blocajul furtunelor, betonul nu trebuie să conțină o cantitate mare de apă, impunându-se utilizarea aditivilor mari reducători de apă.

* Agregate

Pentru a se obține o bună lucrabilitate la un raport apă/ciment mic, amestec compact fără mijloace suplimentare de compactare se recomandă folosirea de agregate rotunde cu o suprafață netedă. Se recomandă folosirea unei granulozități continue, având în vedere pericolul mai mic de segregare față de amestecurile cu granulozitate discontinuă. Se recomandă pentru a nu provoca dificultăți la turnare ca dimensiunea maximă a agregatelor să fie de 31 mm.

* Ciment

În general se recomandă majorarea cu cca. 10 % a dozajului de ciment în comparație cu cerințele normale pentru a îmbunătăți coeziunea betonului proaspăt, diminuarea pericolului pierderii de ciment prin solubilizare și pentru a asigura o cantitate suficientă de ciment după o posibilă solubilizare care apare aproape inevitabil. Conținutul de ciment trebuie stabilit ținând seama că un dozaj mare poate provoca fisuri termice. Folosirea cimenturilor cu adaosuri este recomandată pentru betonul turnat sub apă în vederea creșterii rezistenței sale la atacul chimic și reducerii căldurii de hidratare.



**16.2.5.** În cazuri speciale pe baza unor experimentări de laborator și a unor proceduri pentru amestecuri special proiectate prin folosirea unor aditivi speciali și de adaosuri betonul poate fi turnat prin cădere liberă prin apă.

În cazul fundațiilor la care săpăturile se execută cu epuismente dacă apa nu se poate evacua complet și pe fundul gropii rămâne un strat de apă de cca. 10....15 cm. grosime, se admite în mod excepțional, turnarea betonului sub apă.

În acest caz betonarea se va începe de la un colț al fundației turnându-se un prim strat de beton care iese deasupra nivelului apei și care se extinde treptat pe întreaga suprafață. În acest caz se va turna beton cu tasare zero sau uscat (preparat la umiditatea saturată a agregatelor, cu spor de ciment 10 – 15 %).

Betonarea va continua apoi în uscat prin turnarea betonului deasupra stratului turnat anterior.

## 16.3.BETOANE TURNATE PRIN POMPARE

**16.3.1.** Materialele utilizate pentru prepararea betonului turnat prin pompare trebuie să fie dozate și amestecate în mod corespunzător. Controlul calității materialelor componente ale dozării și amestecării este esențial pentru realizarea unui beton corespunzător tehnologiei prin pompare.

**16.3.2.** Dimensiunea maximă a agregatelor va fi limitată la 1/3 din diametrul conductei de refulare. În cazul agregatelor bine rotunjite se poate admite ca dimensiunea maximă a agregatelor să fie 40 % din diametrul conductei.

**16.3.3.** Clasele de beton recomandate pentru realizarea în mod curent prin acest procedeu de punere în operă sunt C 8/10...C 20/25. Pomparea betoanelor de altă clasă situată în afara acestui domeniu se va face numai după efectuarea unor încercări experimentale preliminare care să dovedească aplicabilitatea procedeului.

**16.3.4.** Lucrabilitatea betoanelor pompate se va stabili astfel încât procesul de pompare să se realizeze normal și continuu fără a se depăși însă valorile limită care condiționează realizarea rezistenței și durabilitatea betonului întărit.

Consistența betonului proaspăt trebuie să fie uniformă pentru a realiza o pompare fluentă a betonului. În general se recomandă ca tasarea betonului proaspăt să nu depășească următoarele valori :

* maximum 120 mm. pentru betoanele cu aditivi plastifianți;
*maximum 180 mm. pentru betoanele preparate cu aditivi superplastifianți.

**16.3.5.** Conținutul în părți fine (ciment + agregate mai mici de 0,2 mm.) se recomandă să fie de minimum 350 kg/m$^3$.

În general fracțiunea fină mai mică de 0,2 mm se recomandă să fie în proporție de 15 - 30 % față de masa betonului.

**16.3.6.** Dozajul de ciment se alege pe aceleași principii ca și pentru betoane obișnuite cu unele creșteri datorate consistenței betonului și conținutului de părți fine.

**16.3.7.** La prepararea betoanelor pompate este obligatorie utilizarea aditivilor plastifianți și superplastifianți. În funcție de condițiile de transport și punere în operă se poate utiliza și o combinație de aditivi dar cu condiția efectuării unor studii experimentale preliminare conform punctului 16.1.3.

**16.3.8.** Înainte de începerea pompării betonului conductele de pompare vor fi amorsate cu lapte de ciment având compoziția : 2 părți ciment și o parte apă (în unități de masă).

**16.3.9.** La punerea în operă a betoanelor pompate în funcție de mediu și complexitatea lucrării se vor lua toate măsurile în așa fel încât :

* procesul de pompare să se desfășoare continuu fără întreruperi care favorizează blocarea betonului în conducte;
* înălțimea liberă de cădere a betonului să fie de max. 0,5 m;
* grosimea stratului de beton să fie maximum 40 cm.
* betonul să fie bine compactat prin vibrare

## 16.4. BETOANE TURNATE ÎN COFRAJE GLISANTE

### 16.4.1. Cerințe

16.4.1.1. Cerințe de proiect (procedură)

Pe probe păstrate în condiții standard la vârsta de 28 zile, betonul va realiza rezistența corespunzătoare clasei de beton prescrise și unde este cazul, gradul de impermeabilitate și/sau gelivitate prevăzut.



16.4.1.2. Cerințe tehnologice

În prima fază de întărire betonul trebuie să atingă rezistențele necesare desprinderii de cofraj, menținerii formei și consolidării tijelor de susținere.

La stabilirea vitezei de glisare se vor lua în considerare timpul necesar atingerii unei rezistențe de :

* 0,15...0,2 N/mm$^2$ la desprinderea de cofraj;
* cca. 0,4 N/mm$^2$ la ieșirea din cofraj.

aceasta se va aprecia mai întâi prin efectuarea încercărilor preliminare, iar în timpul execuției prin împungerea betonului cu o vergea din oțel - beton cu diametrul 10.....12 mm.

16.4.1.3. Cerințe pentru betonul proaspăt

* Consistența betonului la locul de punere în lucrare va fi de :

- T3 (tasare 70 ± 20 mm.) când punerea în operă a betonului se face cu bena, iar armăturile sunt rare;
- T3/T4 (tasare100 ± 20 mm.) când punerea în operă a betonului se face prin pompare;
- T4 (tasare 120 ± 20 mm.) când se folosesc aditivi superplastifianți sau elemente cu armături dese.

Temperatura betonului proaspăt la locul de punere în lucrare, în funcție de dimensiunea cea mai mică a secțiunii elementului va fi cuprinsă între limitele indicate în tabelul 16.4.1.

Tabelul 16.4.1.

| Dimensiunea minimă a secțiunii elementului | Temperatura betonului proaspăt (° C) | |
|---|---|---|
| | min. | max. |
| < 0,3 m | 10 | 30 |
| 0,3...1 m | 5 | 30 |
| 1...2 m | 5 | 25 |
| > 2 | 5 | 20 |

* Executantul va stabili consistența betonului proaspăt ce trebuie obținută la stația de betoane, astfel încât ținând seama de condițiile de mediu și de durata totală de transport până la punerea în operă, să se realizeze condițiile impuse la locul de turnare.

16.4.1.4. Cerințe privind materialele componente și compoziția betonului

* Ciment

Dacă prin proiect sau proceduri nu sunt prevăzute condiții speciale care să impună folosirea altor cimenturi se recomandă utilizarea cimenturilor de tip I

(clasa ≥32,5) cu excepția perioadelor de timp friguros când este recomandată folosirea cimenturilor fără adaosuri tip I cu clasa ≥ 42,5.

* Agregate

În general se vor folosi agregate de balastieră, sorturile 0 - 3; 3 - 7; 7 - 16; 16 -31 astfel încât dimensiunea maximă a granulelor de agregat să fie cel mult 1/6 din grosimea elementului de beton ce se glisează. În cazurile în care se utilizează agregate de concasaj (sorturile 7 - 16 și/sau 16/31) granulozitatea agregatului total se va înscrie în zona imediat superioară (cu conținut mai ridicat în părți fine) celei indicate normal la dozajul de ciment respectiv.

* Aditivi

În vederea îmbunătățirii lucrabilității betonului proaspăt și ale caracteristicilor de rezistență și durabilitate ale betonului întărit se impune folosirea unuia din următoarele tipuri de aditivi :

- aditiv plastifiant/antrenor de aer pentru betoane cu consistența de max. T3/T4;
- aditiv superplastifiant pentru betoane de clasă ≥ C 25/30 și consistență T3/T4;
- aditiv întârzietor în cazurile în care din diferite motive (transport, glisare pe timp călduros, adoptarea unor viteze mici de glisare) se depășește durata limită admisă între turnarea a două straturi succesive sau se întrevede realizarea unei rezistențe mai mari de 0,2 N/mm$^2$ la desprinderea de cofraj; se va evita asocierea cu un alt tip de aditiv.

În cazurile în care la betoane preparate cu aditivi plastifianți/antrenori de aer sau superplastifianți apare necesară și prelungirea duratei de menținere a betonului în stare proaspătă atunci pe lângă aditivul de bază se poate adăuga un aditiv întârzietor însă numai pe bază de încercări preliminare și cu acordul unui institut de specialitate.

**16.4.2.** Compoziția betonului se va stabili pe bază de încercări preliminare, inclusiv pe baza recomandărilor efectuate în prezenta reglementare tehnică.

### 16.4.3. Prepararea și transportul betonului

Prepararea și transportul betonului destinat executării construcțiilor prin metoda cofrajelor glisante se va face conform recomandărilor efectuate la capitolul 12 precum și a precizărilor ce urmează :



* trebuie să se țină seama de posibilele efecte pe care le pot avea aditivii (conform capitolului 4.4. materiale componente - aditivi).
* transportul betonului de la stație până la locul de punere în operă se va face cu autoagitatorul .
* transportul betonului pe verticală se va face cu bene ridicate cu macaraua, pompe de beton, skipuri, boburi, etc.
* betonul se va descărca prin mijloace de transport pe orizontală (roabe, tomberoane) și repartiza uniform în cofrajul glisant.

În cazul utilizării pompelor de beton, descărearea se poate face direct în cofrajul glisant.

### 16.4.4. Punerea în operă a betonului

16.4.4.1. Turnarea betonului se va face în straturi orizontale uniforme de 20.....25 cm. grosime, care se succed la intervale de timp - stabilite în funcție de compoziția betonului, de condițiile de mediu și de viteza de glisare - astfel încât să se asigure o bună legătură între straturi și deci, continuitatea elementului.

16.4.4.2. Compactarea betonului se va face prin vibrare cu vibratoare de interior, de către o echipă instruită special în acest scop. Acolo unde este cazul se va suplimenta cu compactarea manuală cu șipci/vergele etc.

16.4.4.3. Viteza de glisare în condiții normale de temperatură și de lucru va fi cuprinsă între 10.....25 cm/oră.

Aceasta poate fi redusă până la 5 cm pe oră în cazuri excepționale (condiții de timp friguros, zone de lucru aglomerate, eventuale intemperii).

16.4.4.4. Executantul va lua toate măsurile tehnico - organizatorice pentru ca operația de glisare să se desfășoare continuu și în bune condiții.

În acest scop se va corela ritmul de preparare, transport și punere în operă a betonului cu viteza de glisare, ținând seama de condițiile de mediu, de complexitatea și durata operațiilor ce trebuie executate imediat înaintea turnării betonului .

### 16.4.5. Tratarea ulterioară a betonului

16.4.5.1. În condiții normale de temperatură, după ieșirea din cofrajul glisant betonul va fi menținut în stare umedă minimum 7 zile și protejat de acțiunea razelor solare și a vântului minimum 24 ore.

16.4.5.2. În perioada de timp friguros se vor lua măsuri de protecție astfel încât betonul recent decofrat să se mențină la o temperatură de + 10.....+ 15° C timp de minimum 3 zile de la turnare sau pe bază de proiect conform normativ C 16 / 84.

16.4.5.3. În toate cazurile se va ține seama și de recomandările formulate în capitolul 15 " Tratarea betoanelor "

## 16.5. EXECUTAREA BETOANELOR CICLOPIENE

**16.5.1.** În elementele masive de beton care nu sunt supuse la solicitări importante se pot îngloba bolovani de piatră, realizându-se betonul ciclopian.

Proporția de bolovani înglobați este de maximum 50 % din volumul elementelor de construcție, în cazul folosirii betonului de clasă până la C 4/5 inclusiv, și de maxim 30 % în cazul folosirii betonului de clasă mai mare ca C 4/5.

În medii cu agresivitate chimică sau când se impun condiții de impermeabilitate nu este permisă utilizarea betonului ciclopian la realizarea elementelor de construcții.

**16.5.2.** Bolovanii ce urmează a fi înglobați trebuie să îndeplinească următoarele condiții :

a) nu trebuie să aibă crăpături;

b) dimensiunile nu trebuie să depășească 1/6 din cea mai mică dimensiune a elementului de construcție;

c) raportul dintre dimensiunea maximă și minimă nu trebuie să depășească 2,5;

d) roca din care provin să fie stabilă și negelivă;

e) înainte de a fi introduși în beton, trebuie să fie curățați și spălați , de preferință cu jet de apă sub presiune.

**16.5.3.** La executarea betonului ciclopian trebuie respectate următoarele reguli :

a) Se toarnă un prim strat de beton în grosime de 25 cm. care se bate cu maiul, se vibrează cu pervibratoare. Peste acesta se toarnă al doilea strat de beton de cca. 15 cm. grosime, în care se îndeasă prin batere cu maiul de lemn, bolovanii sau blocurile așezate la o distanță de cel puțin 20 cm. de marginea



masivului, distanța dintre bolovani va fi cea minimă necesară introducerii pervibratorului cu care se efectuează compactarea betonului în care se înglobează bolovanii;

b) Straturile următoare se execută la fel ca cel de mai sus, la ultimul strat se va realiza o acoperire cu beton de cel puțin 20 cm.;

c) La betonarea fundațiilor masive se vor lăsa, în rosturile de lucru orizontale, bolovanii ieșiți în afară cu cel puțin jumătate din volumul lor, pentru asigurarea unei bune legături. Betonul se va vibra sau se va bate cu maiul între pietre fără a le disloca însă din masa betonului. La reluarea turnării întreaga suprafață a betonului, inclusiv a pietrelor se va curăța, uda și se va așterne un strat de mortar de ciment de cca. 2 - 3 cm. de aceeași clasă cu a betonului;

d) Nu se recomandă stropirea bolovanilor cu lapte de ciment înainte de introducerea lor în beton;

e) Nu se admite așezarea bolovanilor în amestecul de beton care a început să facă priză;

f) Contactul între bolovani și eventuale armături de siguranță nu este permis;

# 17. CONTROLUL CALITĂȚII LUCRĂRILOR

Domeniu și obiective

Această reglementare tehnică prevede măsurile minime obligatorii necesare controlului execuției structurilor din beton, beton armat. Controlul cuprinde acțiunile și deciziile esențiale ca și verificările ce trebuie făcute în conformitate cu reglementările tehnice specifice pentru a asigura satisfacerea tuturor cerințelor specificate.

## 17.1.CLASIFICAREA CONTROLULUI

### 17.1.1. Generalități

Pot fi identificate trei sisteme de control, funcție de părțile care le exercită fiind definite obiective diferite pentru fiecare sistem.

Controlul de calitate se poate face astfel : autocontrol

* control interior → control intern → control ierahic
  → control extern (CQ)

* control exterior
* control de conformitate

17.1.1.1. Controlul interior

Controlul interior este desfășurat de către producător și / sau executant, fiecare în domeniul său din cadrul activității de construcții. Acest control este exercitat :

* din inițiativă proprie (proceduri interne de control)
* în conformitate cu reguli externe stabilite de investitor sau de către o organizație independentă, la cererea investitorului.

17.1.1.2. Controlul exterior

Controlul exterior – controlul care se efectueaza asupra unei intreprinderi de catre un organism independent de aceasta.

Controlul exterior poate consta din :

* verificarea măsurilor de control interior (atâta timp cât acestea sunt în conformitate cu procedurile de verificare de control exterior) sau
* procedee de verificare suplimentare independente de sistemele de control interior.

17.1.1.3. Controlul de conformitate

Controlul de conformitate este exercitat pentru a verifica dacă funcționarea unei unități sau a producției se desfășoară în conformitate cu regulile stabilite.



Controlul de conformitate este în general o parte din controlul exterior și efectuează de către organisme independente autorizate pentru efectuarea activității de certificare a calității produselor folosit în construcții conform HG 728/94.

**17.1.2.** Frecvența și intensitatea controlului depind de consecințele cauzate de unele posibile erori în diferite stadii ale procesului de execuție / producție a betonului și se stabilesc prin programe de control ale factorilor implicați.

**17.1.3.** Controlul calității lucrărilor de execuție se face având ca bază Legea 10 privind calitatea în construcții din 1995. Obligațiile și răspunderile ce revin investitorilor, proiectanților, executanților, specialiștilor verificatori de proiecte, ale responsabililor tehnici cu execuția, ale experților tehnici atestați, precum și ale proprietarilor, administratorilor și ale utilizatorilor construcțiilor sunt stipulate în Legea calității, HG.925/95 și HG. 766/97.

## 17.2. PROCEDEE DE CONTROL A CALITĂȚII ÎN CONSTRUCȚII

### 17.2.1.Controlul producției și execuției

Prin controlul producției și execuției se înțeleg toate măsurile necesare pentru menținerea la un nivel corespunzător a calității betonului în conformitate cu cerințele specificate. Ea include inspecțiile în diferite etape ale producerii / punerii în lucru a betonului și determinările (utilizarea și interpretarea rezultatelor) privind echipamentul, materialele componente, betonul proaspăt și betonul întărit.

Controlul producției și/sau execuției poate fi efectuat de executant cu asigurarea nivelului de calitate corespunzător cerințelor printr-un sistem de calitate conceput și realizat prin personal propriu, cu responsabili tehnici cu sarcini specifice, funcție de natura lucrărilor (producție, betonare, tratare, etc.) - (control interior) - sau printr-un organism independent (control exterior), conform pct. 17.1.

În ambele cazuri trebuie să se dispună de dotări corespunzătoare (echipament, aparatură, personal) pentru realizarea inspecțiilor și determinărilor. Date relevante asupra controlului producției în stații de betoane sau controlul execuției pe șantiere, trebuie consemnate sub forma unor procese verbale sau în alte tipuri de documente.

De exemplu pot fi consemnate următoarele :

* numele producătorilor (furnizorilor) de ciment, agregate, aditivi şi adaosuri;
* numărul (seria) documentelor de livrare si certificare a calităţii pentru ciment, agregate, adaosuri şi aditivi;
* sursa de apă de amestecare;
* consistenţa betonului;
* densitatea betonului proaspăt;
* raportul apă / ciment al betonului proaspăt;
* cantitatea de apă;
* conţinutul de ciment;
* data şi ora la care s-au prelevat probe;
* numărul de probe;
* programarea şi etapele punerii în operă şi tratării betonului;
* temperatura şi condiţiile atmosferice în timpul betonării şi tratării betonului, etc.

Informaţii suplimentare în cazul betonului marfă (gata preparat) :

* numele furnizorului;
* numărul (seria) bon livrare-transport-primire.

Toate abaterile de la procedurile specificate în ceea ce priveşte transportul, descărcarea, betonarea, compactarea, tratarea betonului, etc., trebuie consemnate şi raportate responsabililor cu executarea lucrărilor.

Procedurile de control al producţiei şi/sau execuţiei întocmite de executant vor fi verificate de un investitor sau de un organism autorizat, ca parte a controlului de conformitate.

Încercările şi determinările efectuate în cadrul controlului producţiei şi / sau execuţiei pot fi luate în considerare pentru controlul de conformitate.

17.2.1.1. Controlul materialelor constituente, echipamentelor, executării şi proprietăţilor betonului

Materialele constituente, echipamentul, execuţia lucrărilor şi betonul vor fi supuse controlului pentru a se verifica conformitatea lor cu procedurile, reglementările şi cerinţele specifice.

a) Controlul calităţii cimentului

Verificarea calităţii cimentului se va face :

* la aprovizionare, conform prevederilor din ANEXA VI.1.,punctul A.1.;



* înainte de utilizare, conform prevederilor din ANEXA VI.1.,punctul B.1.

(în ambele cazuri se va ţine seama şi de precizările făcute la punctul 4.1.3.)

Metodele de încercare sunt reglementate prin standardele SREN 196 - 1, 196 - 2, 196 - 3, 196 - 4, 196 - 5, 196 - 6, 196 - 7, 196 - 21.

b) Controlul calităţii agregatelor

Verificarea calităţii agregatelor se va face :

* la aprovizionare, conform prevederilor din ANEXA VI.1., punctul A.2.;
* înainte de utilizare, conform prevederilor din ANEXA VI.1., punctul B.2.

Metodele de încercare sunt reglementate în STAS 4606 - 80.

c) Controlul calităţii aditivilor

Verificarea caracteristicilor aditivilor se va face conform prevederilor din ANEXA VI.1., punctul A 4 (la aprovizionare) şi B 3 (înainte de utilizare).

d) Controlul calităţii adaosurilor (cenuşă de termocentrală)

Utilizarea cenuşilor de termocentrală se poate face numai pe baza unor avize speciale, conform celor precizate la punctul 4.5.1.

Verificarea calităţii adaosurilor se va face conform prevederilor din ANEXA VI.1., punctul A 3.

Notă : *În cazul în care la prepararea betonului nu se foloseşte apa din reţeaua de apă potabilă este obligatoriu controlul calităţii apei pentru îndeplinirea condiţiilor tehnice prevăzute în STAS 790 /84.*

e) Controlul calităţii cofrajelor

Este prezentat la capitolul 11, punctul 11.5.

f) Controlul calităţii armăturilor

* Armăturile vor fi verificate conform Specificaţiei tehnice privind cerinţe şi criterii de performanţă pentru oţeluri utilizate în construcţii;
* Pentru fiecare cantitate şi sortiment aprovizionat, operaţia de control va ţine seama de prevederile din ANEXA VI.1.,punctul A.5. :

- examinarea conţinutului documentelor de certificare a calităţii şi compararea datelor înscrise în certificat cu cerinţele reglementate pentru produs;
- examinarea aspectului;
- verificarea prin îndoire la rece;
- verificarea caracteristicilor mecanice (rezistenţa la rupere, limita de curgere, alungirea la rupere).

Plasele sudate vor fi verificate conform Specificaţiilor tehnice privind cerinţe şi criterii de performanţă pentru oţeluri utilizate în construcţii ţinându-se seama şi de prevederile din ANEXA VI. 1. pct. A 6.

Frecvența și măsurile ce se adoptă în cadrul controlului calității betonului sunt prezentate în anexa VI.1. pct. C. și D.

Controlul echipamentelor va asigura condițiile necesare stocării, cântăririi, amestecării, etc. și va verifica dacă sunt în condiții de funcționare corespunzătoare conform reglementărilor specifice.

Producătorii și utilizatorii de betoane trebuie să respecte frecvența și măsurile ce se adoptă în cazul controlului calității materialelor și betoanelor prevăzute în anexa VI.1.

17.2.1.2. Controlul înainte de punere în operă a betonului

Înainte de punere în operă a betonului, inspecțiile trebuie să aibă în vedere următoarele aspecte esențiale :

* geometria cofrajului și poziționarea armăturii;
* înlăturarea impurităților și substanțelor de orice natură de pe suprafața cofrajelor în contact cu betonul;
* stabilitatea cofrajelor;
* integritatea cofrajelor pentru a impiedica scurgerea pastei de ciment;
* tratarea suprafeței cofrajelor;
* curățirea armăturilor de impurități și substanțe care ar slăbi aderența;
* dimensiunea distanțierilor;
* condițiile necesare unui transport eficient, măsurile de compactare și tratare funcție de consistența specificată a betonului;
* recepționarea calitativă a betonului;
* rezultatele și concluziile verificărilor efectuate până la acestă fază;
* asigurarea unui personal instruit;
* asigurare unor măsuri pentru situații accidentale.

17.2.1.3. Controlul în timpul transportului, compactării și tratării betonului

În timpul acestor operații, inspecția trebuie să aibă în vedere următoarele aspecte esențiale :

* menținerea omogenității betonului în timpul transportului și punerii în operă;
* distribuția uniformă a betonului în cofraj;
* compactarea uniformă și evitarea segregării în timpul compactării;
* înălțimea maximă de cădere a betonului;
* viteza de turnare, ținând seama de acțiunea betonului asupra cofrajelor;
* durata între etapele de amestecare, descărcare și turnarea betonului;
* măsuri speciale în cazul turnării în condiții de vreme rece sau călduroasă;



* măsuri speciale în cazul rosturilor de lucru;
* tratarea rosturilor înainte de turnare;
* metode de tratare și durata tratării betonului funcție de condițiile atmosferice și evoluția rezistenței;
* evitarea unor eventuale deteriorări ce pot apare ca urmare a unor șocuri sau vibrații asupra betonului proaspăt;

În ANEXA VI. 2. se prezintă în detaliu verificările ce trebuie efectuate în diferite etape ale execuției.

### 17.2.2. Criterii de conformitate

Verificarea îndeplinirii nivelelor de performanță prin aplicarea criteriilor de conformitate trebuie să se facă de către producătorii de beton,executanți (control interior) și/sau prin controlul exterior/de conformitate.

La pct. 17.2.2.3. se prezintă criteriile de conformitate pentru rezistența la compresiune a betonului. Criteriile de conformitate pentru alte caracteristici ale betonului precum și pentru materialele componente se efectuează conform unor reglementări specifice avându-se în vedere și prevederile menționate în anexa VI.1.

În cazul în care rezultatele determinărilor nu îndeplinesc condițiile de conformitate, nu au fost efectuate determinări, în cazul unor defecte de execuție, influenței unor condiții atmosferice sau în oricare cazuri în care există dubii cu privire la realizarea rezistenței, trebuie efectuate încercări suplimentare (prelevări de carote, încercări nedistructive, etc.) - (ANEXA VI.2., punctul 17). Se vor avea în vedere prevederile normativelor C 54/81 și C 26/85.

17.2.2.1. Sisteme de verificare

Controlul pentru betonul preparat în stațiile / fabricile de beton precum și pentru betonul preparat / utilizat pe șantier, poate fi efectuat prin unul din următoarele sisteme :

CAZUL 1 : Verificarea efectuată de producătorul de beton sau de executant.

CAZUL 2 : Verificarea efectuată de a terța parte.

În acest caz verificarea criteriilor de conformitate este efectuată de un corp de control acreditat de stat (organism independent de certificare a calității produselor folosite în construcții), care verifică dacă sunt îndeplinite condițiile formulate la controlul producției și dacă rezultatele determinărilor îndeplinesc proprietățile cerute betonului.

Ca parte a acestei verificări, corpul de control poate efectua determinările pe epruvete prelevate de acesta în timpul producției (execuției) pentru a verifica rezultatele controlului producției.

CAZUL 3 : Verificarea efectuată de investitor.

Verificarea poate fi efectuată de investitor sau reprezentantul autorizat al acestuia, utilizând personal calificat corespunzător. Şi în acest caz trebuie verificate dacă rezultatele determinărilor efectuate în cadrul controlului producției răspund cerințelor impuse betonului

Ca parte a verificării, investitorul poate testa epruvetele prelevate de el însuşi pentru a verifica rezultatele controlului producției.

Verificările pot fi efectuate de laboratoare autorizate în conformitate cu Ordinul 31/N/95 al ISC-MLPAT şi HG 766/97.

17.2.2.2. Planul de prelevare şi criterii de conformitate pentru rezistența la compresiune a betonului

*A. Plan de prelevare şi criterii de conformitate în cazul betonului preparat în betoniere mobile (de şantier)*

a). Verificarea de conformitate trebuie să se bazeze pe contractul între executant şi investitor.

b). În scopul analizării conformității rezistenței betonului utilizat într-o structură, betonul trebuie împărțit în loturi pe care se analizează conformitatea.

c). Volumul total de beton pentru un lot trebuie astfel ales încât să fie asigurate condițiile de omogenitate şi uniformitate a compoziției. Mărimea unui lot de beton trebuie să fie :

* betonul turnat pentru fiecare clasă de beton, parte de structură (fundație, nivel al unei clădiri sau grup de grinzi / stâlpi sau stâlpi / pereți structurali ale unui nivel).

* nu mai mult de un anumit volum funcție de clasă (conform ANEXEI VI.1., punctul D.2.a), dar cel puțin o probă pe zi de turnare.

În cazul în care determinările de acceptabilitate se fac de investitor, lotul poate fi stabilit de acesta.

d) Pentru fiecare lot trebuie luate cel puțin 6 probe.

Se aplică Criteriul 1 de conformitate conform punctului 17.2.2.3.

Proba de control va fi numită pe scurt " probă " şi reprezintă cantitatea de beton necesară pentru obținerea unui rezultat (medie pe 3 cilindrii / cuburi).

În cazul în care betonul are o clasă de rezistență C < C 16/20 şi pentru loturi până la 50 $m^3$ , se pot preleva 3 probe. Se aplică Criteriul 2 de



conformitate. Criteriile de conformitate pentru rezistența la compresiune sunt prezentate la punctul 17.2.2.3.

*B. Planul de prelevare şi criterii de conformitate în cazul utilizării betonului livrat de stație*

Planul de prelevare şi criteriile de conformitate în cazul în care este folosit betonul preparat în stații se face având în vedere 2 opțiuni :

OPȚIUNEA 1- conformitate bazată pe probele prelevate din lot:

- se aplică același plan de prelevare şi criterii de conformitate cu cele prezentate la punctul anterior,prelevarea probelor se va face la locul de punere în operă;

Când conformitatea betonului livrat de la stație a fost verificată de a terța parte şi când verificarea se bazează pe 15 rezultate, atunci verificarea de conformitate se efectuează având în vedere următoarele aspecte :

* se aplică Criteriul 1 (prezentat la punctul 17.2.2.3.) luând valoarea $\lambda$ = 1,48 pentru oricare număr de probe $\geq 6$ (beton de clasa $\geq$ C 16/20).

* în cazul în care se folosesc 3 probe se aplică Criteriul 2, rezistența betonului de clasa C < C 16/20 putând fi considerată satisfăcătoare dacă :

$\overline{x}_3 \geq f_{ck} + 3$

$x_{min.} \geq f_{ck} - 1$(semnificațiile indicilor $x_{min.}$, $x_3$, $f_{ck}$ sunt prezentate la punctul 17.2.2.3.)

OPȚIUNEA 2 - Conformitate bazată pe certificatul de calitate a betonului:

-în anumite cazuri, cu acceptul scris al investitorului, conformitatea betonului utilizat, preparat în stație poate fi stabilită pe baza unei declarații (certificat de calitate) făcută de producătorul betonului dacă :

* conformitatea betonului produs este verificată la stație de a terța parte

* clasa de rezistență a betonului este C < C 8/10.

* betonul furnizat prezintă rezultate satisfăcătoare în timpul producerii şi la locul de punere în operă, pe probe prelevate din același tip de beton în ultimele 7 zile ale producției.

C) Plan de prelevare şi criterii de conformitate în cazul producerii betonului în stații atestate

Verificarea de conformitate pentru clasa betonului trebuie efectuată pe baza unui contract între executant şi producătorul betonului.

Probele trebuie prelevate pentru fiecare tip de beton produs (în condiții care cer o uniformitate a producției) conform tabelului 17.1., respectiv ANEXEI VI.1., punctul C 2.a.

TABELUL 17.1.

| Clasa de rezistență | Volum beton<br>Numărul de probe | Frecvența minimă |
|---|---|---|
| ≤ 8/10 | [ 1 / 100 $m^3$ ] **)<br>dar nu mai mult de 6 probe pe zi | 1/zi *)<br>(schimb) |
| > 8/10 | [1 / 50 $m^3$ ] **)<br>dar nu mai mult de 15 probe pe zi | |

Observații: *) se vor face prelevări cel puțin o dată pe zi (schimb) pentru fiecare tip de beton, în condițiile de volum și de producție indicate în tabel.

**) în cazul în care nu se specifică alte condiții de prelevare.

Conformitatea este asigurată dacă rezultatele determinărilor satisfac cerințele CRITERIULUI 1. (conform punctului 17.2.2.3.)

17.2.2.3. Criterii de conformitate pentru rezistența la compresiune

CRITERIUL 1

Acest criteriu se aplică în cazul în care conformitatea este verificată considerând rezultatele a 6 sau mai multe probe notate $X_1, X_2, \ldots\ldots X_n$.

Rezistența trebuie să îndeplinească următoarele condiții :

$\overline{X}_n \geq f_{ck} + \lambda S_n$

$X_{min.} \geq f_{ck} - K$, unde :

$\overline{X}_n$ - valoarea medie a rezistențelor obținute

$X_{min}$ - valoarea minimă a rezistențelor obținute

$S_n$ - abaterea standard

$$S_n = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \overline{x_n})^2}{n-1}}$$



$f_{ck}$ - rezistența caracteristică la compresiune a betonului la 28 zile (clasa betonului),determinată pe cilindrii sau cuburi;

$\lambda$ și K - constante ce depind de numărul de probe și gradul de asigurare cerut (tabelul 17.2.)

n = numărul de probe de control

TABELUL 17.2.

| n | $\lambda$ | k |
|---|---|---|
| 6 | 1,87 | 3 |
| 7 | 1,77 | 3 |
| 8 | 1,72 | 3 |
| 9 | 1,67 | 3 |
| 10 | 1,62 | 4 |
| 11 | 1,58 | 4 |
| 12 | 1,55 | 4 |
| 13 | 1,52 | 4 |
| 14 | 1,50 | 4 |
| 15 | 1,48 | 4 |

CRITERIUL 2

Acest criteriu se aplică în cazul în care conformitatea este apreciată considerând rezultatele a 3 probe : $X_1, X_2, X_3$.

Rezistența la compresiune în acest caz trebuie să îndeplinească următoarele condiții :

$\overline{X}_3 \geq f_{ck} + 5$

$X_{min.} \geq f_{ck} - 1$, unde $\overline{X}_3$ este considerată valoarea medie a rezultatelor obținute.

NOTA: În cazurile în care se dispune de mai puțin de 3 rezultate se consideră realizată clasa betonului dacă rezistența medie obținută pe oricare serie de probe îndeplinește relația:

$\overline{X}_i \geq f_{ck} + 3$ pentru clase de beton C ≤ C 16/20

$\overline{X}_i \geq f_{ck} + 5$ pentru clase de beton C > C 16/20

unde $\overline{X}_i$ – rezistența medie obținută pe oricare serie de probe.

Prelevarea de mai putin de 3 probe se face numai în cazuri bine justificate pentru volume mai mici de 20 $m^3$ de beton preparat și pus în operă și numai cu acordul scris al investitorului.

## SORTIMENTE DE CIMENTURI
## - CARACTERIZARE -

1. Cimenturi conform standardelor naţionale S.R.

1.1. Sorturile, respectiv tipurile de ciment ce se pot teoretic produce, sunt prezentate în Tabelul I.1.1, grupate astfel:

- cimenturi Portland fără adaos, conform SR 388, caracterizate prin rezistenţe iniţiale şi finale mari.
- cimenturi compozite (cu adaos) - conform SR 1500, reprezintă cimenturile pentru lucrări curente, la care nu se impun cerinţe speciale.
- cimenturi hidrotehnice, conform SR 3011, caracterizate prin căldură de hidratare limitată.
- cimenturi cu rezistenţă la agresivitatea apelor cu conţinut de sulfaţi, conform SR 3011.

1.2. Corespondenţa orientativă între tipurile uzuale de ciment care se produc conform noilor standarde S.R. şi cimenturile produse conform STAS este prezentată în Tabelul I.1.2

2. Cimenturi conform standardelor profesionale S.P.

Sorturile, respectiv tipurile de ciment din această categorie sunt prezentate în Tabelul I.1.3.

Se disting următoarele grupe de cimenturi :

- cimenturi fără adaos tip BS 12-78.
- cimenturi cu adaos de calcar dolomitic sau zgura .
- cimenturi aditivate (cu sau fără adaos).
- cimenturi cu adaos pentru drumuri (inclusiv varianta aditivat).





3. Cimenturi agrementate.

3.1. Pe piaţa cimenturilor pot apare şi alte tipuri de cimenturi, fabricate fie după prenorma europeană ENV 197, fie cimenturi speciale fabricate la cerere.

Acestea trebuie agrementate conform legislaţiei în vigoare.

3.2. La stabilirea domeniului de utilizare pentru aceste cimenturi se vor lua în considerare (pe lângă rezultatele studiilor şi încercărilor de laborator) şi prevederile din prezentul cod.

4. Ciment alb şi cimenturi colorate.

- Ciment alb - conform S.R. 7055.
- Cimenturi colorate conform S.P.4-97.

Aceste cimenturi pot fi folosite la realizarea de betoane (microbetoane) decorative pe bază de studii elaborate de institute de cercetare şi de învăţământ superior.

ANEXA I.1.

## TIPURI DE CIMENT CONFORM STANDARDELOR NAȚIONALE S.R.

TABELUL I.1.1.

| TIP | SORT | SR | ADAOS | | CLASE DE REZISTENȚĂ |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | % | TIP | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| CIMENT PORTLAND (FĂRĂ ADAOS) | | | | | |
| I | Ciment Portland | SR 388 | - | - | 32,5; 42,5; 52,5; 32,5R; 42,5R; 52,5R. |
| CIMENTURI COMPOZITE (CU ADAOS) | | | | | |
| II A-M | Ciment Portland compozit | SR 1500 | 6÷20 | amestec de: zgură, cenușă puzzolană, calcar | 32,5; 42,5; 52,5; 32,5R; 42,5R; 52,5R. |
| II A-S | Ciment Portland cu zgură | | | zgură granulată de furnal. | |
| II A-V | Ciment Portland cu cenușă | | | cenușă de termocentrală | |
| II A-P | Ciment Portland cu puzzolană naturală | | | puzzolană naturală | |
| II A-L | Ciment Portland cu calcar | | | calcar | |
| II B-M | Ciment Portland compozit | SR 1500 | 21÷35 | amestec de : zgură, cenușă, puzzolană, calcar. | 32,5; 42,5; 32,5R; 42,5R. |
| II B-S | Ciment Portland cu zgură | | | zgură granulată de furnal. | |
| II B-P | Ciment Portland cu puzzolană naturală | | | puzzolana naturala | |
| II B-L | Ciment Portland cu calcar | | | calcar | |



CIMENT DE FURNAL

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| III A | Ciment de furnal | SR 1500 | 36÷65 | zgură granulată de furnal. | 32,5; 32,5R. |

CIMENT PUZZOLANIC

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| IV A | Ciment puzzolanic | SR 1500 | 11÷35 | puzzolană și cenușă | 32,5; 42,5; 32,5R. |

ANEXA I.1.

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|
| CIMENT COMPOZIT | | | | | |
| V A | Ciment compozit | SR 1500 | 18÷30 | zgură granulată de furnal + puzzolană + cenușă | 32,5; 32,5R. |
| CIMENTURI CU CĂLDURĂ DE HIDRATARE LIMITATĂ | | | | | |
| H I | Ciment fără adaos | SR 3011 | - | - | 32,5; 42,5; 52,5. |
| H II/A-S | Ciment cu | | 6÷20 | zgură granulată | |
| H II/B-S | | | 21÷35 | | |
| H III/A | zgură | | 36÷65 | de furnal | |
| CIMENTURI CU REZISTENȚĂ LA AGRESIVITATEA APELOR CU CONȚINUT DE SULFAȚI | | | | | |
| SR I | Ciment fără adaos | SR 3011 | - | - | 32,5 42,5 52,5 |
| SR II/ A-S | Ciment cu zgură | | 6÷20 | zgură granulată de furnal | |
| SR II/ A-P | Ciment cu puzzolană | | 6÷20 | puzzolană naturală | |
| SR II/ B-S | Ciment cu zgură | | 21÷35 | zgură granulată de furnal | |
| SR III/A | Ciment cu zgură, | | 36÷65 | | |

## CORESPONDENTĂ ORIENTATIVĂ A CIMENTURILOR PRODUSE CONFORM S.R. CU CIMENTURILE STAS

Tabelul I.1.2

| Nr. crt. | Cimenturi produse conform S.R. | | Corespondent aproximativ cu ciment STAS | |
|---|---|---|---|---|
| | TIP | S.R. | TIP | STAS |
| 1. | II /A-S 32,5R | 1500 | Pa35 | 1500 |
| 2. | I 42,5 / I 42,5 R | 388 | P40 / P 45 | 388 |
| 3. | I 52,5 / I 52,5 R | | P 50 / P 55 | |
| 4. | H I 32,5 | 3011 | H35 | 3011 |
| 5. | H II / A-S 32,5 | | Hz 35 | |
| 6. | SR I 32,5 | 3011 | SR 35 | 3011 |
| 7. | SR II / A-S 32,5 | | SR A 35 | |

OBSERVAŢII:

1. Corespondenţa prezentată la punctele 3 şi 4 este conform SR 388/95.

2. Ori de câte ori există dubii cu privire la domeniul de utilizare a unui ciment se va solicita colaborarea unui institut de cercetare sau de învăţământ superior.





## TIPURI DE CIMENT CONFORM STANDARDELOR PROFESIONALE S.P.

TABELUL I.1.3.

| TIP CIMENT | SORTUL DE CIMENT | STANDARD PROFESIONAL | ADAOS SAU/ŞI ADITIV | | CLASE DE REZISTENŢĂ |
|---|---|---|---|---|---|
| (simbol) | | SP | TIP | % | |
| Pcd | Ciment Portland cu adaos de calcar dolomitic | SP 1 : 1994 | calcar dolomitic | max. 20 | 32,5R; 42,5R. |
| BS 12-78 | Ciment Portland | SP 3 : 1995 | - | - | 32,5* |
| I - A | Ciment Portland aditivat | SP5 : 1995 | roma-tan NSF | 0,4-0,5 | 42,5; 52,5; 42,5R; 52,5R. |
| $H_z$ - A | Ciment hidrotehnic aditivat | SP 6 : 1995 | zgură + roma-tan NSF | 35-40<br>0,3-0,4 | 42,5; 52,5; 42,5R; 52,5 R. |
| CD | Ciment pentru drumuri cu adaos | SP 7 : 1995 | zgură | max. 40 | 32,5 |
| CD - A | Cimenturi pentru drumuri cu adaos aditivat | SP 8 : 1995 | zgură + romatan NSF | 40<br>0,3-0,4 | 42,5; 52,5; 42,5R; 52,5R. |

LEGENDA : A - Aditivat
R - Rezistenţă iniţială mare

*- Clasă echivalentă - condiţia de rezistenţă din standardul SP 3: 1995, fiind cea prevăzută în B.S. - 12 - 78.

# DOMENII ŞI CONDIŢII DE UTILIZARE ALE CIMENTURILOR

## 1. PREVEDERI GENERALE.

1.1. Prezentele prevederi stabilesc domeniul şi condiţiile de utilizare ale cimenturilor destinate executării lucrărilor de betoane şi mortare.

1.2. Domeniul de aplicare cuprinde betoane pentru elemente şi structuri de beton şi beton armat.

Pentru construcţii hidrotehnice, îmbrăcăminţi rutiere sau alte lucrări speciale se va ţine seama şi de prevederile reglementărilor în vigoare corespunzătoare fiecărui caz în parte.

1.3. Cimenturile pot fi clasificate convenţional în următoarele grupe :

I. Cimenturi pentru lucrări curente, la care nu se impun cerinţe speciale;

II. Cimenturi caracterizate prin rezistenţe iniţiale şi finale mari;

III. Cimenturi caracterizate prin căldură de hidratare limitată şi cimenturi cu rezistenţă la agresivitatea apelor cu conţinut de sulfaţi;

IV. Alte tipuri de ciment speciale.

1.4. La elaborarea proiectelor se va preciza tipul de ciment care urmează a fi utilizat ţinând seama de precizările de la punctul 2.

1.5. Înlocuirea tipului de ciment prevăzut în proiect se poate face numai cu acordul proiectantului.

## 2. ALEGEREA TIPULUI DE CIMENT

2.1. Stabilirea tipului de ciment se face ţinând seama de următoarele criterii:

- condiţiile de serviciu şi expunere;
- condiţiile de execuţie şi tehnologia adoptată;
- clasa betonului.





2.2. Condiţiile de serviciu luate în considerare se referă la următoarele cazuri :

a) elemente de construcţii care au condiţii normale de serviciu, respectiv nu se încadrează în cazurile (b) sau (c);

b) elemente de construcţii care sunt expuse la îngheţ în stare saturată cu apă de exemplu : decantoare, rezervoare, castele de apă, diguri, stratul de uzură al îmbrăcămintilor rutiere etc.

c) elemente de construcţii expuse apelor naturale în funcţie de gradul de agresivitate.

2.3. Condiţiile de execuţie luate în considerare se referă la lucrări executate în condiţii normale; lucrări executate pe timp friguros, lucrări masive; betoane executate în cofraje glisante etc.

2.4. Pentru condiţii speciale de execuţie care nu se încadrează în cele menţionate la punctele 2.2 sau 2.3 alegerea tipului de ciment se va face pe bază de reglementări tehnice speciale (proceduri speciale) sau cu avizul unui institut de specialitate.

2.5. Alegerea tipului de ciment se va face pe baza prevederilor din tabelele I.2.1, I.2.2, I.2.3.

TABEL I. 2.1. Stabilirea tipului de ciment pentru beton simplu, beton armat şi beton precomprimat, turnate monolit, aflate în clasele de expunere 1şi 2a

| Nr. crt. | Condiţiile de executare şi/ sau caracteristicile elementelor | Clasa de beton | Tipul de beton | Tip de ciment |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1. | Elemente sau construcţii cu grosimi mai mici de 1,5 m executate în afara perioadei de timp friguros | C 4/ 5<br>C 8/ 10 | simplu | II / B, II/A, III/A, IV/A, V/A<br>32,5 |
| | | C12/ 15<br>C16/20<br>C18/ 22,5 | armat | I,II / A,<br>32,5 |
| | | C20/25<br>C25/30<br>C28/35 | armat | I 32,5,<br>II/A-S, II/A-L, II/A-V<br>32,5 R/42,5 |
| | | C30/37<br>C32/40<br>C35/45 | armat / pre-compri-mat | I 42,5(R) |
| | | C40/50<br>C45/55<br>C50/60 | | I 52,5 |





Continuare TABEL I.2.1.

| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|
| 2. | Elemente sau construcţii masive având grosimea egală sau mai mare de 1,5 m | ≤ C12/15 | simplu | H II/A-S<br>H II/B-S, HIII/A<br>32,5 |
| | | C16/20<br>C18/ 22,5 | armat | H I<br>H II/A-S<br>32,5 |
| | | C20/25<br>C25/30<br>C28/35 | armat | H I 32,5/ 42,5 |
| | | C30/37<br>C32/40<br>C35/45 | armat/ pre-compri-mat | H I 42,5 |
| | | C40/50<br>C45/50<br>C50/60 | | H I 52.5 |

OBSERVAŢII:

1. Pentru excutarea elementelor cu grosimi mai mici de 1,5 m pe timp friguros, se recomandă utilizarea cimenturilor cu întărire rapidă (R).

TABEL I.2.2. Stabilirea tipului de ciment pentru beton simplu, beton armat şi beton precomprimat, turnate monolit, aflate în clasele de expunere 2b şi 3.

| Nr. crt. | Condiţiile de executare şi/sau caracteristicile elementelor | Clasa de beton | Tipul de beton | Tip de ciment |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1. | Elemente sau construcţii cu grosimi mai mici de 1,5 m | < C 16/20 | simplu | II/A-S 32,5(R) |
| | | C 16/20 : C 28/35 | armat | - I 32.5(R)<br>II A-S 32.5(R) |
| | | C30/37 C32/40 C35/45 | armat/ pre-compri-mat | I 42,5(R) |
| | | C40/50 C45/50 C50/60 | | I 52,5(R) |
| 2. | Elemente sau construcţii masive având grosimea egală sau mai mare de 1,5 m | < C 16/20 | simplu | H II/A-S 32,5 |
| | | C 16/20: C 28/35 | armat | H I 32,5 |
| | | C 30/37: C C35/45 | armat/ precom-primat | H I 42,5 |
| | | C40/50 C45/50 C50/60 | | H I 52,5 |





TABEL I.2.3. Stabilirea tipului de ciment pentru beton simplu şi beton armat turnate monolit, aflate în clasele de expunere 4 şi 5

| Nr. crt. | Natura agresivităţii | Gradul de agresivitate | Tip de ciment beton | |
|---|---|---|---|---|
| | | | simplu | armat |
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1. | Agresivitate de dezalcalini -zare | slabă | II/A-S 32,5(R)/ 42,5 | II/A-S 32,5(R)/ 42,5 |
| 2. | Agresivitate carbonică | slabă | II/A-S 32,5/ 42,5 | II/A-S 32,5(R)/ 42,5(R) |
| | | intensă sau foarte intensă | I 42,5 | I 42,5(R) |
| 3. | Agresivitate sulfatică | foarte slabă, slabă | II/A-S, II/A-V, II/B-S 32,5/ 42,5 | H I H II/A-S 32,5/42,5 |
| | | intensă sau foarte intensă (toate cazurile) | SR II/B-S SR II/A-S 32,5/ 42,5 | SR I 32,5/ 42,5 |
| 4. | Agresivitate magneziană | slabă | H II/B-S 32,5/ 42,5 | H II/A-S, SR II/A-P 32,5/42,5 |
| | | intensă sau foarte intensă | SR II/A-S 32,5/ 42,5 | SR I 32,5/ 42,5 |
| 5. | Agresivitate a sărurilor de amoniu | slabă | H II/B-S 32,5/ 42,5 | H II/A-S 32,5/ 42,5 |

ANEXA I.2.

Continuare TABEL I.2.3

| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|---|---|---|---|
| 5. | Agresivitate a sărurilor de amoniu | intensă sau foarte intensă | SR II/B-S 32,5/ 42,5 | SR II/A-S 32,5/ 42,5 |
| 6. | Agresivitate bazică | slabă | H II/A-S 32,5/ 42,5 | H I 32,5/ 42,5 |
| | | intensă | SR II/A-S 32,5/ 42,5 | SR I 32,5/ 42,5 |

OBSERVAŢIE:
Cimentul de clasă 42,5 se utilizează la betonul de clasă egală sau mai mare de C30/37.



ANEXA I.3.

EFECTELE PRINCIPALE ŞI SECUNDARE ALE ADITIVILOR ASUPRA PROPRIETĂŢILOR BETONULUI

Efectele principale şi secundare posibile ale aditivilor curent utilizaţi asupra proprietăţilor betonului sunt sintetizate în Tabelul I.3.1, iar influenţa asupra proprietăţilor betonului este prezentată în Tabelul I.3.2 :

Tabelul I.3.1

| Efectul | Tip de aditiv | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Reducători de apă şi mari reducători de apă. | Super plastifianţi. | Acceleratori de priză. | Întârzietori de priză. | Accelerator de întărire. | Antre nori de aer. |
| Reducerea de apă. | xx | x | | | • | x |
| Creşterea lucrabilităţii. | x | xx | | | | x |
| Mărirea/micşorarea timpilor de priză. | x | x | xx | xx | x | |
| Antrenarea de aer. | x | | | | | xx |
| Creşterea rezistenţei. | xx | x | | xx (la vârste mari) | x | |
| Cresterea durabilităţii. | x | x | | | | xx |

Notă: xx - efect principal
x - efect secundar.

# INFLUENȚA ADITIVILOR CURENT UTILIZAȚI ASUPRA PROPRIETĂȚILOR BETONULUI

Tabelul I.3.2

| Caracteristica | | Tipul de aditiv | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Reducători de apă. | Mari reducă-tori de apă. | Superplasti-fianți. | Accelera-tori | Întârzietori | Antrenori de aer |
| % față de ciment (unități de masă) | | < 0,5 | 0,5-3 | 0,5-3 | < 0,5 | < 0,5 | 0,02 |
| Perioada de introducere | | Apa de amestecare | Apa de amestecare | Punere în operă | Apa de amestecare | Apa de amestecare | Apa de amestecare |
| Densități în stare proaspătă | | + | + | + | 0 | 0/+ | + |
| Durabilitate | | $(0)^{xx}$ $(+)^{x}$ | (0)xx | (+)x | 0/- | 0/+ | $(0)^{xx}(+)^{x}$ |
| Apa amestecare | | $(-)^{xx}$ $(+)^{x}$ | $(-)^{xx}$ | $(0)^{x}$ | 0 | 0/- | $(-)^{xx}(0)^{x}$ |
| Segregare | | $(-)^{xx}$ $(0)^{x}$ | $(-)^{xx}$ | $0/(+)^{x}$ | 0 | 0/- | 0/- |
| Priza | inițial | 0/+ | 0/+ | 0/+ | - | + | 0/+ |
| | final | 0/+ | 0/+ | | | 0/+ | |

| Caracteristica | Tipul de aditiv | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Reducători de apă. | Mari reducă-tori de apă. | Superplasti-fianți. | Accelera-tori | Întârzietori | Antrenori de aer |
| | | | | | | ***continuare tabel I.3.2.*** |
| Dezvoltarea rezistenței pe perioada întăririi | $(0)^{xx}$ $(+)^{x}$ | $(+)^{xx}$ | $(0)^{x}$ | + | - | 0 |
| Rezistența la încovoiere: | | | | | | |
| < 3 zile | $0/(0)^{xx}$ | $(+)^{xx}/-$ | $(-)^{x}/(0)^{x}$ | $(-)^{x}/(0)^{x}$ | 0/- | $(-)^{x}$ |
| > 28 zile | $(+)^{xx}/(0)^{x}$ | $(+)^{xx}$ | $(-)^{x}/(0)^{x}$ | 0/- | 0 | $(-)^{x}$ |
| 91 zile | $(+)^{xx}/(0)^{x}$ | $(+)^{xx}$ | | 0/- | 0/- | - |
| Rezistența la compresiune: | | | | | | |
| < 3 zile | $0/(+)^{xx}$ | $(+)^{xx}$ | $(-)^{x}/(0)$ | (+) | 0/- | $(-)^{x}$ |
| > 28 zile | $(+)^{x}/(-)^{x}$ | $(+)^{xx}$ | $(-)^{x}/(0)^{x}$ | 0/- | 0 | $(-)^{x}$ |
| 91 zile | $(-)^{xx}/(0)^{x}$ | $(+)^{xx}$ | | 0/- | 0/+ | $(+)^{x}$ |
| Modulul de elasticitate | 0/+ | 0/+ | 0/+ | 0 | 0 | - |
| Permeabilitatea (absorbția capilară) | $(-)^{xx}/(0)^{x}$ | $(-)^{xx}$ | $(0)^{x}$ | 0 | 0/- | + |
| Rezistența la îngheț-dezgheț | $(+)^{xx}/(0)^{x}$ | $(+)^{xx}/(0)^{x}$ | $(0)^{x}$ | 0 | 0/+ | + |
| Expansiunea termică | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | - |

Notă : xx - consistență constantă
x - raport A/C constant
(+) - creștere / (-) descrestere

## STABILIREA COMPOZIȚIEI BETONULUI
## • PARAMETRII DE COMPOZIȚIE •

1. Compoziția betonului trebuie să fie astfel alcătuită încât, în condițiile unui dozaj minim de ciment și ale unor caracteristici în stare proaspătă ale betonului, impuse de tehnologia de execuție, să se asigure realizarea cerințelor de rezistență, durabilitate și după caz, a altor cerințe speciale prevăzute prin proiect.
2. Stabilirea compoziției betoanelor se face numai de către laboratoare autorizate, parcurgându-se următoarele etape:
   a. stabilirea parametrilor compoziției
   b. calculul componenților
   c. efectuarea de încercări preliminare
   d. finalizarea compoziției prin recalcularea componenților ca urmare a rezultatelor încercărilor preliminare.
3. Parametrii compoziției și factorii de care trebuie să se țină seama la stabilirea acestora sunt prezentați în tabelul I.4.1.

**3.1. Tipul de ciment**

3.1.1. Stabilirea tipului de ciment se face conform prevederilor din cap. 4 pct. 4.1.2 și anexele I 1, I 2.

3.1.2. În toate cazurile în care, tipul de ciment nu este precizat prin proiect sau tipul de ciment stabilit prin proiect nu este disponibil, Executantul este obligat să obțină avizul Proiectantului pentru tipul de ciment ce se va utiliza.

**3.2. Tipul de aditiv**

3.2.1. Stabilirea tipului de aditiv se va face ținând seama de prevederile din cap.4, pct.4.4 și anexa I.3.

3.2.2. Stabilirea tipului de aditiv se face de către:

- Proiectant, în toate cazurile în care utilizarea aditivului este impusă de realizarea cerințelor de rezistență și durabilitate și după caz, a unor tehnologii speciale de execuție prevăzute prin proiect.
- Executant, în următoarele cazuri:

- realizarea cerințelor impuse de tehnologii speciale de execuție, iar tipul de aditiv nu este prevăzut prin proiect;
- executarea lucrărilor în alte condiții decât cele normale (timp călduros, timp friguros);
- obținerea rezistențelor de control pe faze la termene mai scurte;
- prepararea betonului în șantier, iar prin proiect nu este stabilit tipul de aditiv.

- Furnizorul de beton, pentru realizarea cerințelor de lucrabilitate, rezistență, îmbunătățirea omogenității betonului și după caz, a măririi duratei de transport.





3.2.3. Alegerea produsului sau produselor, în vederea efectuării de încercări preliminare, se face de către Furnizorul de beton și/sau Executant din gama produselor agrementate, cu avizul Proiectantului și al Beneficiarului.

3.2.4. În cazurile în care, pentru obținerea efectelor dorite este necesară utilizarea de combinații de aditivi, atunci se aplică prevederile de la cap.16, pct.16.1.

**Tabelul I.4.1**

PARAMETRII COMPOZIȚIEI BETONULUI

| Nr. crt. | Parametrul compoziției | Factorii pe baza căruia se stabilește | Prevederile care se aplică |
|---|---|---|---|
| 1 | Tipul de ciment | • clasa betonului<br>• condițiile de serviciu și expunere<br>• caracteristicile elementului (masivitate) | cap.4, pct.4.1-2<br>Anexa I.2 |
| 2 | Tipul de aditiv | • condițiile de transport și punere în operă<br>• cerințele de rezistență și durabilitate, impuse prin proiect<br>• caracteristicile elementului (secțiune, armare) | cap. 4, pct. 4.4<br>cap.16, pct.16.1<br>Anexa I.3 |
| 3 | Raportul A/C, max | • clasa betonului<br>• gradul de omogenitate asigurat la prepararea betonului<br>• gradul de impermeabilitate impus prin proiect<br>• condițiile de expunere | pct.3.3.1<br>Tabelul I.4.2<br>Anexa I.7<br>pct. 3.3.2<br>pct. 3.3.4<br>Tabelul 5.4. |
| 4 | Dozajul minim de ciment | • condițiile de serviciu și expunere | cap. 5, pct. 5.2.2<br>Tabelul 5.5,<br>pct. 3.4 |
| 5 | Consistența betonului | • condiții de transport și punere în operă<br>• forma și dimensiunile elementelor<br>• desimea armăturilor | pct. 3.5<br>Tabelul I.4.3 |
| 6 | Cantitatea de apă de amestecare | • consistența adoptată<br>• mărimea granulei maxime a agregatului<br>• tipul de aditiv folosit | pct. 3.6<br>Tabelul I.4.4 |
| 7 | Granula maximă a agregatelor | • forma și dimensiunile elementelor<br>• desimea armăturilor<br>• condițiile de preparare și transport | pct. 3.7 |
| 8 | Granulozitatea agregatului total | • dozajul de ciment<br>• consistența<br>• tehnologia de punere în operă | pct. 3.8<br>Tabelul I.4.5 |

### 3.3. Raportul A / C maxim

3.3.1. Valoarea maximă a raportului A / C pentru realizarea clasei betonului se stabileşte în funcţie de clasa cimentului şi gradul de omogenitate al betonului, conform tabelului I.4.2, cu următoarele precizări:

- valorile din tabel sunt valabile pentru gradul II de omogenitate al betonului: pentru gradul I, valorile cresc cu 0,05, iar pentru gradul III, scad cu 0,05;
- în cazul utilizării agregatelor de concasaj, valorile din tabel se măresc cu 10%:
- în cazul accelerării întăririi betonului prin tratare termică, ţinând seama de reducerea rezistenţelor finale, valorile raportului A / C prevăzute în tabel, vor fi considerate valabile pentru gradul I de omogenitate, urmând ca pentru gradul II să fie diminuate cu 0,05.

Tabelul I.4.2

**VALORILE MAXIME ALE RAPORTULUI A / C PENTRU REALIZAREA CONDIŢIEI DE CLASĂ**
**(pentru efectuarea încercărilor preliminare)**

| Clasa betonului | Clasa cimentului | | |
|---|---|---|---|
| | 32,5 | 42,5 | 52,5 |
| C 8/10 | 0,75 | | |
| C 12/15 | 0,65 | | |
| C 16/20 | 0,55 | 0,65 | |
| C 18/22,5* | 0,53 | 0,62 | |
| C 20/25 | 0,50 | 0,60 | |
| C 25/30 | 0,45 | 0,55 | 0,60 |
| C 28/35* | 0,40 | 0,50 | 0,55 |
| C 30/37 | | 0,47 | 0,53 |
| C 32/40* | | 0,45 | 0,50 |
| C 35/45 | | 0,40 | 0,47 |
| C 40/50 | | | 0,45 |
| C 45/55 | | | 0,42 |
| C 50/60 | | | 0,40 |

*** Clase de beton care nu se regăsesc în normele europene.**





3.3.2. Gradul de omogenitate al betonului se apreciază astfel:

- pentru staţiile de betoane în funcţiune se consideră gradul de omogenitate din luna precedentă pentru tipuri sau clase de beton similare, determinat conform anexei I.7:
- pentru staţiile noi se apreciază în funcţie de nivelul de dotare şi calitatea sorturilor de agregate, urmând a fi reanalizat în funcţie de rezultatele obţinute în prima perioadă de producere a betonului.

3.3.3. Valoarea maximă a raportului A / C, pentru asigurarea cerinţelor de durabilitate, în funcţie de clasa de expunere, nu va depăşi valorile din tabelul 5.4, cap.5.

3.3.4. În cazul în care betoanele trebuie să îndeplinească, condiţii speciale, în ceea ce priveşte gradul de impermeabilitate, nu se admite ca raportul A / C să depăşească valorile:

- 0,6 pentru gradul de impermeabilitate $\mathbf{P}_4^{10}$;
- 0,55 pentru gradul de impermeabilitate $\mathbf{P}_4^{10}$, în cazul betoanelor simple expuse la agresivitate;
- 0,50 pentru gradul de impermeabilitate $\mathbf{P}_8^{10}$;
- 0,45 pentru gradul de impermeabilitate $\mathbf{P}_{12}^{10}$.

### 3.4. Dozajul minim de ciment

3.4.1. Dozajul minim de ciment pentru betonul simplu şi betonul armat, în funcţie de condiţiile de expunere, se stabileşte conform tabelului 5.5, cap. 5 şi precizările de la pct. 3.4.1. şi 3.4.2.

3.4.2. Dozajele de ciment sunt valabile în cazul folosirii agregatelor 0..31 mm, pentru agregate 0..16 mm, dozajele se sporesc cu 10%, iar pentru agregatele 0..71mm se reduc cu 10%.

3.4.3. În cazul folosirii de adaosuri la prepararea betoanelor, se admite adoptarea unor dozaje de ciment inferioare celor din tabel, pe bază de reglementări tehnice speciale sau cu avizul unui institut de specialitate.

3.4.4. În cazul folosirii de aditivi reducători de apă, cu avizul unui institut de specialitate şi acordul Proiectantului, se admite adoptarea unor dozaje de ciment inferioare celor rezultate din tabel, respectându-se următoarele condiţii:

a) **agresivitatea sulfatică** – intensă şi foarte intensă (1, 2, 3):

- reducerea dozajului de ciment va fi de 5..15%, funcţie de aditivul utilizat;
- dozajul de ciment nu va fi mai mic de 350 kg/m$^3$ pentru betoanele armate, respectiv 310 kg/m$^3$ pentru betoanele simple.

**b) alte agresivităţi – reducerea dozajului va fi de până la 5% în cazul agresivităţii slabe, respectiv până la 10%, în cazul agresivităţii intense şi foarte intense;**

c) **nu se va depăşi** limita prevăzută pentru raportul A / C, din tabelul 5.4;

d) consistenţa betonului, la locul punerii în operă, va corespunde unei tasări de cel puţin 7 cm.

### 3.5. Consistenţa betonului

3.5.1.Consistenţa betonului la locul punerii în operă se stabileşte de către Executant, în conformitate cu prevederile din tabelul I.4.3., astfel încât, betonul să poată fi transportat şi pus în operă în condiţii optime. Clasa de consistenţă va fi precizată în comanda către staţia de betoane.





Tabelul I.4.3.

**CONSISTENŢA BETONULUI**

| Nr. crt. | Tipul de elemente | Clasa de consistenţă | Tasare (mm) |
|---|---|---|---|
| 1 | Fundaţii din beton simplu sau slab armat, elemente masive | T2 sau T3 | 30 ± 10<br>70 ± 20 |
| 2 | Fundaţii din beton armat, stâlpi, grinzi, pereţi structurali | T3 sau T3 / T4 | 70 ± 20<br>100 ± 20 |
| 3 | Idem, realizate cu beton pompat, recipienţi, monolitizări | T4 | 120 ± 20 |
| 4 | Elemente sau monolitizări cu armături dese sau dificultăţi de compactare, elemente cu secţiuni reduse | T4 / T5 | 150 ± 30 |
| 5 | Elemente, pentru a căror realizare, tehnologia de execuţie impune betoane foarte fluide | T5* | 180 ± 30 |

* Este obligatorie utilizarea de aditivi superplastifianţi.

Observaţie: Betoanele având clasa de consistenţă mai mare de T3, se transportă cu autoagitatoare.

### 3.6. Cantitatea de apă de amestecare

3.6.1. Cantitatea orientativă de apă de amestecare pentru efectuarea încercărilor preliminare se stabileşte în funcţie de clasa de rezistenţă şi clasa de consistenţă a betonului conform prevederilor din tabelul I.4.4.

Tabelul I.4.4

**CANTITATEA ORIENTATIVĂ DE APĂ DE AMESTECARE**

| Clasa betonului | Cantitatea de apă ($A^1$) – l/m³, pentru clasa de consistență | | | |
|---|---|---|---|---|
| | T2 | T3 | T3/T4 | T4 |
| < C 8/10 | 160 | 170 | - | - |
| C 8/10..C.20/25 | 170 | 185 | 200 | 220 |
| ≥ C 25/30 | 185 | 200 | 215 | 230 |

3.6.2. Valorile privind cantitatea de apă de amestecare prevăzute în tabelul I.4.4 sunt valabile în cazul agregatelor de balastieră 0..31 mm.

Cantitățile de apă se vor corecta prin reducere sau sporire după cum urmează:

- reducere 10% în cazul agregatelor 0..71 mm
- reducere 5% în cazul agregatelor 0..40 mm
- reducere 10÷20% în cazul folosirii de aditivi
- spor 10% în cazul folosirii pietrei sparte
- spor 20% în cazul agregatelor 0..7 mm
- spor 10% în cazul agregatelor 0..16 mm
- spor 5% în cazul agregatelor 0..20 mm.

### 3.7. Granula maximă a agregatelor

3.7.1. Dimensiunea maximă a granulei agregatelor se stabilește în funcție de dimensiunea cea mai mică a elementelor, distanța dintre barele de armătură și mărimea stratului de acoperire cu beton a armăturilor aplicând relațiile:

$\varnothing_{max} \leq 1/4\ D$

$\varnothing_{max} \leq d - 5$ mm

$\varnothing_{max} \leq 1{,}3\ c$

unde :

D – dimensiunea cea mai mică a elementului structural

d – distanța dintre barele de armătură (cu excepția cazului grupării barelor)

c – mărimea stratului de acoperire cu beton





3.7.2. În cazul plăcilor se poate adopta relația $\varnothing_{max} \leq 1{,}3\ D$, iar în cazul recipienților și/sau monolitizărilor relația $\varnothing_{max} \leq 1{,}6\ D$.

### 3.8. Granulozitatea agregatului total

3.8.1. Curba de granulozitate a agregatului total se stabilește astfel încât să se încadreze – funcție de dozajul de ciment și consistența betonului – în zona recomandată conform tabelului I.4.5.

Tabelul I.4.5

**ZONELE DE GRANULOZITATE RECOMANDATE**

| Clasa de tasare | Dozajul de ciment (kg / m³) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | < 200 | 200 - 300 | 300 - 400 | > 400 |
| T2 | I | I (II)* | II (III)* | III |
| T3, T3 / T4 | I | I (II)* | II (III)* | III |
| T4, T4 / T5, T5 | - | I | I (II)* | II (III)* |

Observație: Zonele indicate în paranteză se adoptă cu precădere, dacă la încercările preliminare se constată că amestecul de beton nu prezintă tendință de segregare.

3.8.2. Limitele celor trei zone de granulozitate sunt prevăzute în:

Tabelul I.4.6 pentru agregate 0..16 mm

Tabelul I.4.7 pentru agregate 0..20 mm

Tabelul I.4.8 pentru agregate 0..31 mm

Tabelul I.4.9 pentru agregate 0..40 mm.

Tabelul I.4.6

LIMITELE ZONELOR DE GRANULOZITATE
PENTRU AGREGATE 0..16 mm

| Zona | Limita | % treceri în masă prin sită sau ciurul | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 0,2 | 1 | 3 | 7 | 16 |
| I | max | 11 | 45 | 60 | 80 | 100 |
| | min | 3 | 35 | 51 | 71 | 95 |
| II | max | 8 | 35 | 50 | 70 | 100 |
| | min | 2 | 25 | 41 | 61 | 95 |
| III | max | 6 | 25 | 40 | 60 | 100 |
| | min | 1 | 15 | 30 | 50 | 95 |

Tabelul I.4.7

LIMITELE ZONELOR DE GRANULOZITATE
PENTRU AGREGATE 0.20 mm

| Zona | Limita | % treceri în masă prin sită sau ciur | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 0,2 | 1 | 3(5) | 7 | 20 |
| I | max | 10 | 40 | 55 | 75 | 100 |
| | min | 3 | 30 | 46 | 66 | 95 |
| II | max | 7 | 30 | 45 | 65 | 100 |
| | min | 2 | 20 | 36 | 56 | 95 |
| III | max | 5 | 20 | 35 | 55 | 100 |
| | min | 1 | 10 | 25 | 45 | 95 |

Tabelul I.4.8

LIMITELE ZONELOR DE GRANULOZITATE
PENTRU AGREGATE 0.31 mm

| Zona | Limita | % treceri în masă prin sită sau ciur | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 0,2 | 1 | 3 | 7 | 16 | 31 |
| I | max | 10 | 40 | 50 | 70 | 90 | 100 |
| | min | 3 | 31 | 41 | 61 | 81 | 95 |
| II | max | 7 | 30 | 40 | 60 | 80 | 100 |
| | min | 2 | 21 | 31 | 51 | 71 | 95 |
| III | max | 5 | 20 | 30 | 50 | 70 | 100 |
| | min | 1 | 10 | 20 | 40 | 60 | 95 |





Tabelul I.4.9

LIMITELE ZONELOR DE GRANULOZITATE
PENTRU AGREGATE 0.40 mm

| Zona | Limita | % treceri în masă prin sita sau ciurul | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 0,2 | 1 | 3(5) | 7(10) | 20 | 40 |
| I | max | 10 | 30 | 45 | 60 | 80 | 100 |
| | min | 3 | 21 | 36 | 51 | 71 | 95 |
| II | max | 7 | 25 | 35 | 50 | 70 | 100 |
| | min | 2 | 16 | 26 | 41 | 61 | 95 |
| III | max | 5 | 15 | 25 | 40 | 60 | 100 |
| | min | 1 | 5 | 15 | 30 | 50 | 95 |

3.8.3. La prepararea betoanelor se poate adopta o curbă de granulozitate discontinuă în domeniul 3..7 mm sau 3..16 mm. În aceste cazuri, se va asigura încadrarea agregatului total pentru treceri până la 3 mm inclusiv, în zona I de granulozitate.

3.8.4. Pentru agregate 0..7 mm, respectiv 0..71 mm, domeniul de granulozitate este prezentat în tabelul I.4.10, respectiv I.4.11.

Tabelul I.4.10

LIMITELE DOMENIULUI DE GRANULOZITATE
PENTRU AGREGATE 0..7 mm

| Limita | % treceri în masă prin sita sau ciurul | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 0,2 | 1 | 3 | 7 |
| max | 12 | 40 | 70 | 100 |
| min | 3 | 25 | 54 | 95 |

Tabelul I.4.11

LIMITELE DOMENIULUI DE GRANULOZITATE
PENTRU AGREGATE 0..71 mm

| Limita | % treceri în masă prin sita sau ciurul | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0,2 | 1 | 3 | 7 | 16 | 25 | 31 | 40 | 71 |
| max | 8 | 18 | 32 | 45 | 61 | 70 | 77 | 84 | 100 |
| min | 1 | 6 | 13 | 22 | 38 | 50 | 57 | 68 | 95 |

3.8.5. La încadrarea agregatului total în zona de granulozitate recomandată se va ține seama în principal de respectarea limitelor impuse în zona părții fine. Proporția de nisip 0.3 mm, se va alege astfel încât, în cazul nisipurilor fine să fie respectată limita maximă a trecerilor pe 0,2 și 1 mm, iar în cazul nisipurilor grosiere, să fie respectată limita minimă, chiar dacă trecerea prin ciurul de 3 mm se situează sub, respectiv deasupra limitei zonei respective.

3.8.6. Cantitatea totală de părți fine (ciment + nisip < 0,2 mm) se recomandă să nu depășească în funcție de dozajul de ciment valorile din tabelul I.4.12:

Tabelul I.4.12

| Dozaj de ciment kg/m³ | Cantitate totală de părți fine (ciment + nisip < 0,2 mm) kg/m³ |
|---|---|
| 200 | 400 |
| 300 | 450 |
| 400 | 500 |
| 500 | 550 |

Observații:
1. Pentru valori intermediare, se interpolează linear.
2. Cantitatea minimă recomandată este de 350 kg/m³.





3.8.7. Granulozitatea nisipului 0.3 mm, trebuie să se încadreze în limitele prevăzute în tabelul I.4.13.

Tabelul I.4.13

| Sortul de nisip | Treceri (%) prin sita sau ciurul, nr. | | |
|---|---|---|---|
| | 0,2 | 1 | 3 |
| 0 – 3 | min. 5 | min.35 | min.90 |
| | max. 30 | max. 75 | 100 |

3.8.8. Utilizarea nisipului 0.7 mm, în locul sorturilor 0.3 mm și 3.7 mm, se poate face numai la betoane de clasă ≤ Bc 8/10 și numai dacă acesta se aprovizionează dintr-o singură sursă, granulozitatea lui este constantă și permite încadrarea agregatului total în zonele de granulozitate recomandate.

3.8.9. Dacă la prepararea betoanelor simple de egalizare, se utilizează balast 0.31 mm sau 0.71 mm, granulozitatea acestora trebuie să îndeplinească condițiile din tabelul I.4.14.

Tabelul I.4.14

| Balast pentru betoane | Treceri (%) prin sita sau ciurul, nr. | | |
|---|---|---|---|
| | 3 | 16 | Corespunde cu $\varnothing_{max}$ |
| 0 – 31 | min 20 | min 55 | min 80 |
| | max 50 | max 85 | 100 |
| 0 – 71 | min 10 | min 35 | min 80 |
| | max 30 | max 65 | 100 |

ANEXA I. 5

## STABILIREA COMPOZIȚIEI BETONULUI
## • EFECTUAREA ÎNCERCĂRILOR PRELIMINARE •

1. Stabilirea compoziției pentru betoane de clasă < C 8/10

1.1. Compoziția betoanelor de clasă mai mică decât C8/10 se stabilește conform datelor din tabelul I.5.1.

Tabelul I.5.1

BETOANE DE CLASĂ < C 8/10

| Clasa betonului | Domeniul de utilizare | $\varnothing_{max}$ agregat | Dozaj ciment ** min (kg/m$^3$) | Total agregat (în stare uscată) Ag (kg/m$^3$) | Apa (orientativ) l/m$^3$ |
|---|---|---|---|---|---|
| C 2,8/3,5 * | umplutură sau egalizare | 31 | 115 | 2055 | 160 |
| | | 71 | 105 | 2115 | 140 |
| C 4/5 | fundații | 31 | 150 | 2020 | 160 |
| | | 71 | 135 | 2085 | 140 |
| C 6/7,5 * | fundații sau elevații | 31 | 180 | 1990 | 160 |
| | | 71 | 160 | 2060 | 140 |

* Aceste clase de beton nu se regăsesc în normele europene

** Independent de tipul de ciment

1.2. Proporția dintre diferitele sorturi de agregate, se adoptă astfel încât agregatele să se încadreze în limitele prevăzute în anexa I.4., tabelul I.4.8. (0 – 31 mm),
I.4.11 (0 –71 mm) sau după caz I.4.14.

1.3. Cu compoziția astfel stabilită se prepară un amestec pentru definitivarea cantității de apă de amestecare (A) corespunzătoare lucrabilității cerute. Totodată se determină densitatea aparentă a betonului proaspăt (ρ b) și se corectează cantitatea de agregate (Ag) aplicând relația

$$Ag = \rho b - C - A$$



1.4. Alegerea compoziției se va face prin încercări preliminare urmărindu-se realizarea rezistențelor cerute. În acest scop se prepară două amestecuri de beton de câte minimum 30 l;
- primul amestec având compoziția de bază stabilită conform pct. 1.3.
- al doilea amestec având dozajul de ciment sporit cu 20 kg/m$^3$ față de cel al compoziției de bază și menținând constante cantitățile de apă și de agregate.

1.5. Din fiecare amestec se confecționează minimum 6 epruvete. Confecționarea și păstrarea epruvetelor se va face conform STAS 1275-88.

1.6. Epruvetele se încearcă la 7 zile, iar pe baza rezultatelor obținute se adoptă dozajul de ciment care la această vârstă asigură o rezistență cel puțin egală cu clasa betonului. Se definitivează compoziția betonului aplicând relația de la pct. 1.3.

2. Stabilirea compoziției pentru betoane de clasa ≥C 8/10

2.1. Pentru stabilirea compoziției betoanelor de clasă cel puțin egală cu C 8/10 se stabilesc mai întâi parametrii conform prevederilor din tabelul I.4.1, iar apoi se trece la calculul compoziției inițiale.

2.2. Cantitatea de ciment ($C^I$) se evaluează aplicând relația:

$$C^I = \frac{A^I}{A/C}$$

unde:

- $A^I$ – cantitatea orientativă de apă de amestecare determinată conform tabelului I.4.4.
- A / C – valoarea cea mai mică a raportului maxim pentru asigurarea cerințelor de rezistență (clasă) și durabilitate.

Cantitatea de ciment rezultată se compară cu dozajul minim admis conform tabelului 5.5, adoptându-se valoarea cea mai mare dintre acestea.

2.3. Cantitatea de agregate în stare uscată $A^Ig$ se evaluează aplicând relația:

$$A^Ig = \rho_{ag}(1000 - C^I / \rho_c - A^I - P)$$

în care:

$\rho_c$ – densitatea cimentului egală cu 3,0 kg/dm$^3$

$\rho_{ag}$ – densitatea aparentă a agregatelor, în kg/m$^3$, adoptată conform tabelului I.5.2. dacă nu se dispune de determinări în conformitate cu STAS 4606-80.

P – volumul de aer oclus egal cu 2 % respectiv 20 dm$^3$/m$^3$; în cazul utilizării de aditivi antrenori de aer,aerul antrenat se stabileşte conform tabelului I.5.3.

Tabelul I.5.2

Densitatea aparentă a agregatelor

| TIPUL ROCII | DENSITATEA APARENTĂ -$\rho_{ag}$ (kg/dm$^3$) |
|---|---|
| Silicioasă (agregate de balastieră) | 2,7 |
| Calcaroasă | 2,3. 2,7 |
| Granitică | 2,7 |
| Bazaltică | 2,9 |

Tabelul I.5.3

Volumul de aer antrenat

| DIMENSIUNEA MAXIMĂ A AGREGATELOR (mm) | 7 | 10 | 16 | 20 | 31 | 40 | 71 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Aer antrenat % (± 0,5) | 6 | 6 | 5 | 5 | 4,5 | 4 | 3,5 |

2.4. Densitatea aparentă a betonului proaspăt se calculează cu relaţia:

$$\rho_b^I = A^I + C^I + A^I_g$$

2.5. Proporţiile dintre diferitele sorturi de agregate şi cantităţile corespunzătoare, se stabilesc astfel încât să se asigure înscrierea în zona de granulozitate adoptată.

2.6. Pentru stabilirea compoziţiei de bază se procedează în modul următor:

- se prepară un amestec informativ de beton de minimum 30 litri, luând în considerare cantităţile de ciment şi agregate evaluate conform punctelor 2.2. şi



2.3., la care se introduce apa de amestecare treptat până la obţinerea consistenţei dorite, determinându-se astfel cantitatea de apă A (aditivul se introduce după prima cantitate de apă);

- se determină densitatea aparentă $\rho_b$
- se recalculează cantitatea de ciment:

$$C^I = \frac{A}{A/C}$$

- se recalculează cantitatea de agregate conform relaţiei:

$$A_g = \frac{(\rho^I_b + \rho_b)}{2} - A - C$$

Atât la prepararea amestecului informativ cât şi a amestecurilor preliminare prevăzute la pct. 2.7. se vor utiliza agregate uscate.

2.7. Pentru verificarea rezistenţelor mecanice se prepară câte 3 amestecuri de beton de minimum 30 litri fiecare, pentru fiecare din următoarele compoziţii:

- compoziţia de bază rezultată conform pct. 2.6.
- o compoziţie suplimentară având dozajul de ciment sporit cu 7 % dar minim 20 kg/m$^3$ faţă de cel al compoziţiei de bază, dar menţinând cantităţile de apă şi agregate conform compoziţiei de bază;
- o a doua compoziţie suplimentară având dozajul de ciment redus cu 7 % dar minim 20 kg/m$^3$, (numai dacă dozajul rezultat nu este sub cel minim admis) menţinându-se cantităţile de apă şi agregate conform compoziţiei de bază.

2.8. Din fiecare amestec de beton se confecţionează minimum 4 epruvete, rezultând în total câte 12 epruvete pentru fiecare compoziţie. Confecţionarea, păstrarea şi încercarea epruvetelor se vor efectua conform prevederilor din STAS 1275-88.

2.9. Câte 6 din epruvetele confecţionate pentru fiecare compoziţie se încearcă la vârsta de 7 zile. Se adoptă compoziţia preliminară pentru care, cu dozajul minim de ciment, rezistenţa betonului la vârsta de 7 zile este cel puţin egală cu valoarea indicată la pct. 2.13.

2.10. Rezultatele obținute la vârsta de 28 de zile pe restul de câte 6 epruvete vor fi analizate în vederea definitivării compoziției. Rezistența medie pentru fiecare compoziție se corectează în funcție de rezistența efectivă a cimentului, aplicând relația:

$$f^{cor} = c \times f_c^{1}, \text{ unde:}$$

$c = (1{,}15 \times \text{clasa cimentului}) / f_{cim}^{ef}$
$f_c^{1}$ – rezistența betonului la 28 zile obținută la încercările preliminare
$f_{cim}^{ef}$ – rezistența efectivă a cimentului

2.11. Se adoptă compoziția pentru care valoarea rezistenței corectată este mai mare sau cel puțin egală cu rezistența la 28 de zile, indicată în tabelul I.5.4.

Tabelul I.5.4

Rezistența la compresiune la 28 de zile minimă pentru încercări preliminare

| Clasa betonului | $f_c$ preliminară (N/mm$^2$) | |
|---|---|---|
| | cilindru | cub |
| C 8/10 | 14,5 | 18 |
| C 12/15 | 19 | 23,5 |
| C 16/20 | 23 | 29 |
| C18/22,5* | 26 | 32 |
| C 20/25 | 29 | 36 |
| C 25/30 | 33,5 | 42 |
| C 28/35* | 37,5 | 47 |
| C 30/37 | 38,5 | 48 |
| C 32/40* | 41 | 51,5 |
| C 35/45 | 45 | 56,5 |
| C 40/50 | 50 | 62,5 |
| C 45/55 | 54 | 67,5 |
| C 50/60 | 58 | 73 |

Observație: Valorile sunt valabile pentru gradul II de omogenitate.



2.12. Pentru gradul I, respectiv III de omogenitate la valorile prevăzute în tabelul I.5.4., se scade, respectiv se adaugă valoarea Δ, conform tabelului I.5.5.

Tabelul I.5.5

| Clasa betonului | Δ (N/mm$^2$) (cilindru) | Δ (N/mm$^2$) (cub) |
|---|---|---|
| C 8/10 ÷ C 20/25 | 2,5 | 3 |
| C 28/35* ÷ C 35/45 | 3 | 4 |
| C 40/50 ÷C 50/60 | 4 | 5 |

2.13. În cazurile urgente, se poate adopta preliminar compoziția betonului pe baza rezistenței obținute la vârsta de 7 zile, dacă aceasta atinge cel puțin următoarele procente din rezistența la 28 zile prevăzută în tabelul I.5.4, sau corectată după caz conform punctului 2.12:

- 55 % pentru cimenturi tip H,II B,SR;
- 65 % pentru cimenturi tip II A,I;
- 75 % pentru cimenturi tip R;

2.14. Compoziția astfel stabilită se va corecta pe baza rezultatelor încercărilor la vârsta de 28 de zile.

## SARCINILE ŞI CALIFICAREA PERSONALULUI CARE DESERVEŞTE STAŢIA DE BETOANE

1. Şeful staţiei

1.1. Staţia de betoane este condusă de către un inginer sau subinginer atestaţi, în cazul în care volumul producţiei nominale este mai mare de 35 $m^3$ /oră, sau eventual de un tehnician / maistru constructor atestaţi, dacă volumul producţiei nominale este mai mic sau cel mult egal cu 35 $m^3$/oră .

In cazuri bine justificate ISCLPUAT, la solicitarea agentului economic, poate da derogari cu privire la nivelul studiilor şefului de statie.

1.2. Şeful staţiei răspunde de:

a) recepţionarea, depozitarea şi gospodărirea materialelor componente: agregate, ciment, aditivi, apă ( când nu se utilizează o sursă de apă potabilă ), în vederea asigurării caracteristicilor calitative impuse ;

b) aplicarea după caz a măsurilor ce se impun pentru pregătirea agregatelor: sortare, spălare, încălzirea sau răcirea componenţilor betonului etc. ;

c) asigurarea întreţinerii instalaţiilor de preparare a betonului ;

d) verificarea metrologică a instalaţiilor de dozare, în conformitate cu prevederile legale ;

e) verificarea operativă, cel puţin o dată pe săptămână, a instalaţiilor de dozare -prin procedee corespunzătoare (greutăţi etalonate, măsurători etc.);

f) respectarea caracteristicilor sortimentului de beton comandat în ceea ce priveşte granulozitatea agregatelor, tipul şi dozajul de ciment, tasarea, temperatura etc. ;

g) efectuarea în condiţii corespunzătoare a transportului betonului ;

h) respectarea ritmului de livrare ;

i) efectuarea si frecventa încercărilor, pentru controlul producţiei ;

j) eliberarea certificatelor de calitate pentru betoanele livrate ;

k) evidenţa productiei;

l) adoptarea măsurilor corespunzătoare la sesizarea laboratorului privind apariţia unor rezultate necorespunzătoare pe componenţii betonului sau betonul proaspăt ;





m) identificarea beneficiarilor la care a livrat betonul ai cărui parametri au rezultat necorespunzători, pe betonul întărit, şi să le comunice datele .

1.3. în cazurile în care se lucrează în mai multe schimburi, şeful staţici va fi suplinit în schimburile 2 şi 3 de către un şef de tură (şef adjunct de staţie), căruia îi revin aceleaşi sarcini ca la punctul 1.2., însă numai pentru schimbul în care este programat .

Şefii de tură trebuie sa indeplinească condiţiile prevăzute la punctul 1.1.

2. Operatorul este în subordinea directă a şefului de staţie sau înlocuitorului acestuia şi răspunde de:

* dozarea componenţilor, în conformitate cu reţetele si aducerea periodica a cântarelor pe 0 dupa golirea cupei;

* malaxarea corespunzătoare a betonului ;

* întreţinerea utilajelor pe care le are în primire, manipularea lor corectă, sesizarea imediată a oricărei defecţiuni, spălarea tobei betonierei la terminarea schimbului sau în cazul unei întreruperi de funcţionare mai mare de 1/2 oră, golirea completă şi spălarea buncărelor de beton cel puţin de două ori pe schimb, după întreruperi de alimentare mai mari de 1/2 oră sau la modificarea sortimentului de beton.

Funcţia de operator nu poate fi încredinţată decât unui tehnician sau muncitor calificat ( atestaţi intern ) .

3. în funcţie de sistemul de asigurare al calităţii adoptat, personalul staţiei se va completa după caz cu:

* responsabil pentru gospodărirea de materiale ( agregate, ciment, aditivi, adaosuri )

* tehnician pentru evidenţa transporturilor şi livrărilor ;

* mecanici şi electricieni de întreţinere .

Prin procedurile organizatorice, ROF si fişele posturilor se vor preciza în detaliu obligaţiile ce revin fiecarei funcţii.

4. Laboratorul staţiei trebuie să fie autorizat şi să funcţioneze conform procedurilor aprobate prin Ordin MLPAT.

La fiecare schimb de lucru laboratorul va fi încadrat obligatoriu cu un număr suficient de tehnicieni şi laboranţi pentru realizarea frecvenţei în cadrul controlului calităţii materialelor şi betoanelor conform anexei VI.1.

Staţia de betoane în cazul în care nu are asigurat un laborator propriu care să asigure efectuarea încercărilor stabilite prin planul de calitate la frecvenţa din reglementări, trebuie să aibă o convenţie sau un contract de colaborare cu laboratoare autorizate şi să demonstreze prin sistemul de asigurare al calităţii adoptat că prevederile acestuia asigură efectuarea încercărilor stabilite prin reglementări pe materialele componente şi pe betonul proaspăt şi întărit.

5. Auditul intern privind menţinerea condiţiilor de atestare şi implementare a sistemului de asigurare a calităţii la staţie se va efectua de personal calificat, independent faţă de activitatea staţiei în conformitate cu prevederile sistemului de asigurare a calităţii adoptat. Auditul intern se va efectua trimestrial şi ori de câte ori va fi cazul (reclamaţii, modificări majore în sistemul calităţii privind aparatura, utilajele, tehnologiile de fabricaţie, personalul cu impact major asupra calităţii betonului preparat).

6.Şeful staţiei va fi atestat de I.S.C.L.P.U.A.T. prin inspecţiile teritoriale. Perioada de valabilitate a atestării va fi de 2 ani.





## GRADUL DE OMOGENITATE AL BETONULUI

1. Gradul de omogenitate al betonului se determină în funcţie de valorile exprimate în N / mm$^2$ ale abaterii S şi a rezistenţei medii $X_n$ conform prevederilor din tabelul I.7.1.

TABELUL I.7.1.

| Gradul de omogenitate | Valoarea raportului $\sqrt{\frac{S}{X_n}}$ |
|---|---|
| I | < 0,670 |
| II | 0,670 ...0,975 |
| III | > 0,975 |

2. Abaterea standard $S_n$ se determină pentru un număr de minimum 16 rezultate înregistrate într-o perioadă de maximum 3 luni.

$$S = \lambda S_n = \lambda \sqrt{\frac{\Sigma(X_i - \overline{X_n})^2}{n-1}}$$

în care : λ depinde de numărul rezultatelor analizate şi de valorile din tabelul I.7.2.

TABELUL I.7.2.

| n | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 22 | 24 | 26 | 28 | ≥ 30 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| λ | 1,14 | 1,125 | 1,11 | 1,095 | 1,08 | 1,06 | 1,04 | 1,02 | 1,01 | 1,00 |

* $X_i$ un rezultat oarecare din grupul analizat
* $\overline{X_n}$ valoarea medie a rezultatelor obţinute
* n numărul total de rezultate

3. Pentru evaluarea gradului de omogenitate se admite neglijarea a cel mult 10% din numărul total de rezultate analizate în situaţia în care acestea se situează în afara intervalului

$$\overline{X_n} \pm 2\sqrt{\overline{X_n}} \text{ ; valori în N / mm}^2$$

NOTA : Coeficientii λ prevăzuti în tabelul I.7.2. se aplică numai la stabilirea gradului de omogenitate al betonului ; pentru stabilirea clasei betonului se aplică coeficienţii λ prezentaţi în tabelul 17.2. (capitolul 17).

## FASONAREA, MONTAREA ŞI LEGAREA ARMĂTURILOR

### Fasonarea armăturilor

1. Armăturile vor fi sau nu prevăzute la capete cu cârlige conform prevederilor din proiect şi prevederilor STAS 10107/ 0-90.

Formele de cârlige utilizate sunt :

- cu îndoire la 180° pentru barele din OB 37
- cu îndoire la 90° pentru barele din PC 52 şi PC 60.

Pentru etrieri şi agrafe ancorarea se realizează prin cârlige îndoite la 135° sau 180° în cazul etrierilor din OB 37şi numai la 135° în cazul celor din PC52 sau PC60.

Detalii referitoare la aceste tipuri de cârlige sunt prezentate în STAS 10107/0-90.

2. Îndoirea barelor înclinate şi lungimea porţiunii drepte ale acestor tipuri de bare trebuie să se conformeze prevederilor proiectului şi a STAS-ului 10107/0-90.

3. Fasonarea ciocurilor şi îndoirea armăturilor se execută cu mişcări lente, fără şocuri. La maşinile de îndoire cu două viteze, nu se admite curbarea barelor din oţel cu profil periodic la viteza mare a maşinii.

### Montarea armăturii

4. Montarea armăturilor poate să înceapă numai după :

- recepţionarea calitativă a cofrajelor (verificarea poziţiei cofrajelor, dacă acestea se închid după montarea armăturii, sau încheierea P.V. de recepţie a cofrajelor);
- acceptarea de către proiectant a procedurii de betonare în cazul elementelor sau părţilor de structură al căror volum depăşeşte 100 $m^3$ şi este necesar să fie prevăzute rosturi de betonare.

5. La montarea armăturilor se vor adopta măsuri pentru asigurarea bunei desfăşurări a turnării şi compactării betonului prin :





- crearea la intervale de maxim 3 m a unor spaţii libere între armăturile de la partea superioară care să permită pătrunderea liberă a betonului sau a furtunelor prin care se descarcă betonul;
- crearea spaţiilor necesare pătrunderii vibratoarelor (min 2,5 x $\phi$ vibrator) la interval de maxim 5 ori grosimea elementului uzual diametrele vibratoarelor fiind de 38 sau 58 mm.

În acest scop după caz :

- se va monta sau încheia parţial armătura superioară, urmând a se completa înainte de ultima etapă de betonare;
- se va solicita, dacă este cazul, reexaminarea dispoziţiilor de armare prevăzute în proiect.

6. Armăturile vor fi montate în poziţia prevăzută în proiect luîndu-se măsuri care să asigure menţinerea acesteia în timpul turnării betonului (distanţieri, agrafe, capre).

Se vor prevede :

- cel puţin patru distanţieri la fiecare $m^2$ de placă sau perete;
- cel puţin un distanţier la fiecare metru liniar de grindă sau stâlp, pentru $\phi > 12$ mm, şi cel puţin doi distanţieri la fiecare metru pentru $\phi \leq 10$mm;
- cel puţin un distanţier între rândurile de armături la fiecare doi metri liniari de grindă în zona de armătură pe două sau mai multe rânduri.

Distanţieri pot fi confecţionaţi din mortar de ciment în formă de prisme prevăzute a fi legate de armături sau confecţionaţi din masă plastică.

Este interzisă folosirea ca distanţieri a cupoanelor din oţel beton cu excepţia cazului în care sunt aşezaţi între rânduri de armături.

Pentru menţinerea în poziţie a armăturilor de la partea superioară a plăcilor se vor folosi "capre" din oţel-beton sprijinite pe armătura inferioară sau pe distanţieri şi dispuse între ele la distanţe de maxim 1m (1 buc/$m^2$) în câmp, respectiv de 50 cm (4 buc/$m^2$) în zonele în consolă.

În cazul plăcilor cu grosime mai mare de 40 cm şi-al armăturilor cu diametre mai mari de 14 mm se admite depăşirea distanţelor menţionate, dar astfel încât să se asigure păstrarea poziţiei armăturii.

7. Praznurile şi piesele metalice înglobate vor fi fixate prin puncte de sudură (în cazul oţelurilor sudabile, fără altercarea caracteristicilor iniţiale ale oţelurilor) sau legături cu sârmă de armătura elementului sau vor fi fixate de cofraj, astfel încât să se asigure menţinerea poziţiei lor în timpul turnării betonului.

8. Se recomandă ca atunci când se dispune de mijloace de ridicare şi montaj armătura să se monteze sub formă de carcase preasamblate.

- Legarea armăturilor

9. La încrucişări barele de armare trebuie să fie legate între ele prin legături de sârmă neagră (STAS 889-80) sau prin sudură electrică prin puncte (în cazul oţelurilor sudabile, fără alterarea caracteristicilor iniţiale ale armăturilor). Când legarea se face cu sărmă se vor utiliza două fire de sărmă de 1....1,5 mm diametru.

10. Reţelele de armături din plăci şi din pereţi vor avea legate în mod obligatoriu două rânduri de încrucuşări marginale pe întreg conturul.

Restul încrucişărilor, din mijlocul reţelelor vor fi legate din 2 în 2 în ambele sensuri(în şah).

Reţelele din plăci curbe subţiri se vor lega în toate punctele de încrucişare.

11. La grinzi şi stâlpi vor fi legate toate încrucişările barelor armăturii în colţurile etrierilor sau cu cârligele agrafelor. Restul încrucişărilor acestor bare cu porţiunile drepte ale etrierilor pot fi legate în şah (cel puţin din 2 în 2).

Barele înclinate vor fi legate în mod obligatoriu de primii etrieri cu care se încrucişează. Etrierii şi agrafele montate înclinat faţă de armăturile longitudinale se vor lega de toate barele cu care se încrucişează. Fretele vor fi legate de regulă de toate barele longitudinale cu care se încrucişează. La legarea etrierilor la colţuri se va ţine seama şi de precizările suplimentare formulate în reglementările specifice de proiectare.





## ABATERI LIMITĂ LA ARMĂTURI

| Element | Abateri în mm | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Dist. între axele barelor | Grosime strat acoperire | Lungimi parţiale sau totale faţă de proiect | | | Lung. petrecere la înnădire prin sudare | Poziţia înnăditurii | OBS. |
| | | | < 1m | 1..10m | >10m | | | |
| Fundaţii | ±10 | +10 | | | | | | La îmbinări şi înnădiri sudate cf. C 28-83 |
| Pereţi | ±5 | +3 | | | | | | |
| Stâlpi Grinzi | ±3 | +3 | ±5 | ±20 | ±30 | ±3d | 50 | |
| Plăci | ±5 | +2 | | | | | | |
| Între etrieri şi la pasul fretelor | ±10 | - | | | | | | |

ANEXA II.3

## GROSIMEA STRATULUI DE ACOPERIRE CU BETON A ARMĂTURILOR
(zona litoralului Mării Negre)

Elementele din beton armat situate în zona litoralului se vor proiecta şi executa în aşa fel încât stratul de acoperire cu beton a armăturilor să aibă valorile din Tabelul II.3.1.

Tabelul II.3.1

| Clase expunere (conf. Tabel 5.1.) | Gradul de agresivitate | Regim expunere | Tipul de beton | Stratul de acoperire (mm.) | Observaţii |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 4a mediu marin Agresivitatea apei de mare | slabă | - | beton armat | 40 (30)* | grosimea stratului va fi cel puţin egală cu 1,2ϕ dar nu mai mică de valoarea indicată. |
| | | | beton armat | 70 (50)* | |
| | intensă | | piloţi prefabricaţi | 40 (30)* | |
| 4 b mediu marin Agresivitate atmosferică | | moderat | beton armat monolit | valori din STAS 10107/0-90 plus 5mm | agresivitate slabă |
| | | | | idem plus 10mm | agresivitate intensă |
| | | sever | beton armat monolit | valori din STAS 10107/0-90 plus 10mm | agresivitate slabă |
| | | | | idem plus 15mm | agresivitate intensă |

* Valorile din paranteză sunt valabile în cazul utilizării inhibitorilor. În cazul în care nu se pot asigura valorile din Tabelul II.3.1 elementele se vor tencui cu mortar M100 şi proteja corespunzător.

ϕ = diametrul armăturii



ANEXA II. 3.

În Tabelul II.3.2 se prezintă regimurile de expunere a construcţiilor situate în zona litoralului.

Tabelul II.3.2.

| Nr. crt. | Clasă expunere (Conf. Tabel 5.1.) | Regim de expunere | | |
|---|---|---|---|---|
| | | N - normal | M - moderat | S - sever |
| 0 | 1 | 2 | | |
| 1 | 4a mediu marin Agresivitatea apei de mare | Beton aflat permanent sub apa mării. | Betonul de deasupra zonei de variaţie a nivelului apei de mare (pe o înălţime a elementului de cca. 2 m respectiv la cotele +3...+5 m de la nivelul mării). | Betonul din zona variaţiei nivelului apei de mare, considerată de cca. 3 m deasupra nivelului mării. |
| 2 | 4b mediu marin Agresivitatea atmosferică | Elemente interioare din construcţiile închise şi încălzite pe timp de iarnă, neexpuse la intemperii cu excepţia unor perioade scurte în timpul execuţiei. Elemente care nu sunt supuse unor variaţii sensibile de umiditate, în cursul exploatării. | Construcţii expuse indirect agresivităţii maritime (deschise). Condiţii expunere îngheţ-dezgheţ fără posibilităţi de stropire. Construcţii închise care nu se încălzesc pe timp de iarnă. | Constucţii situate la nivelul mării expuse direct intemperiilor şi salinităţii prin stropire şi alternanţă frecventă a umidităţii şi uscăciunii precum şi posibilităţii de îngheţ în stare saturată. |

ANEXA II. 3.

OBSERVAŢII la Tabelul II.3.2 :

a) Părţile construcţiilor din beton din zone în care au loc infiltraţii ale apei de mare, sunt solicitate ca şi betonul de sub apă.

b) În cazul elementelor având părţi expuse concomitent în două sau trei din regiunile arătate în Tabelul II.3.2 la proiectare se va considera întregul element în condiţiile cele mai severe.

Gradul de agresivitate se apreciază conform Tabelului 5.3(capitolul 5), în funcţie de natura agresivităţii, regimul de expunere şi zona de salinitate.



ANEXA III. 1.

ABATERI ADMISIBILE PENTRU ELEMENTE DE BETON ŞI BETON ARMAT

(extras din C 56-85 cu completări)

1. Abaterile faţă de dimensiunile cerute ale elementelor de cofraje, gata confecţionate:

lungime.....± 4 mm
lăţime.....± 3 mm

2. Abaterile faţă de dimensiunile din proiecte ale cofrajelor şi ale elementelor de beton şi beton armat după decofrare sunt date în tabelul III.1.1.

3. Abaterile indicate în tabelul III.1.1 sunt aplicabile în cazurile curente.

Pentru categorii de lucrări cu caracter special reglementările tehnice specifice sau proiectele pot indica alte valori în conformitate cu necesităţile acestora.

Tabelul III.1.1

Abateri ale cofrajelor şi elementelor de beton şi beton armat

| Elementul | Dimensiune de referinţă | Cofraj | | Elemente după decofrare | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Abateri în mm, pentru: | | | | | | | | | | | |
| | | Dimensiune | Înclinare faţă de proiect | Dimensiuni | Înclinarea suprafeţei faţă de : | | | | | | Forma muchiei sau suprafeţei | | Poziţia elementelor | |
| | | | | | Verticală | | Orizontală | | Poz. oblică din proiect | | pe 1m sau 1m$^2$ | total lung sau supr. | Axe în plan. oriz. | cote de nivel |
| | | | | | 1m 1m$^2$ | totală | 1m 1 m$^2$ | totală | 1m 1 m$^2$ | totală | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| Fundaţii | Lungime | ± 15 | 3 | ± 20 | | - | | 20 | | 16 | | | | |
| | Lăţime | ± 6 | mm/m | | | | | | | | | L ⩽ 3m ...±10 | | 10 |
| | Înălţime | ± 10 | 15 mm/ total | <2m.. ±20 >2m.. ±30 | 3 | 16 | 5 | - | 5 | 16 | | 3<L⩽9m. .±12 | 10 | |
| Stâlpi | Înălţime | ± 10 | | <3m.. ±16 3-6m.. ±20 >6m.. ±25 | | 16 | | 20 | | | 4 | 9<L⩽18 m.. ±16 | | <6m. ..±10 |
| | Dimens. secţ. | ± 3 | | <50cm.. ±5 >50cm.. ±8 | | - | | - | | | | | | >6m. ..±16 |
| Pereţi | Lung. | ± 10 | - | <3m.. ±16 3-6m.. ±20 >6m.. ±25 | | - | | - | | - | | L<18m.... ±20 | | |
| | Înălţime | | | | | 16 | | - | | - | | | | |
| | Grosim. | ± 3 | | <10cm.. ± 3 >10cm... ±5 | | - | | - | | - | | | | |
| Pereţi silozuri | Înălţime | - | | - | 3 | 40 | 5 | - | 5 | - | 4 | | 10 | gr. rulare |
| Grinzi | Lung. | ± 10 | 2 mm/m | <3m.. ±16 3-6m.. ±20 >6m... ±25 | | 5 | | 10 | | 10 | | | | ±5 |
| | Dimens. secţ. | ± 3 | | <50cm.. ±5 >50cm.. ±8 | | - | | - | | - | | | | |
| Plăci | Lung. sau lăţime | ± 10 | 10 mm/ total | <3m.. ±16 3-6m.. ±20 >6m... ±25 | | - | | 10 | | 10 | | | | |
| | Gros. | ± 3 | | <10cm.. ± 3 >10cm... ±5 | | - | | - | | - | | | | |

ANEXA III. 2.

## DEFECTE ADMISIBILE

1. Sunt admise următoarele defecte privind aspectul elementelor din beton şi beton armat:

-defecte de suprafață (pori, segregări, denivelări) având adâncimea de maximum 1cm şi suprafața de maximum 400 $cm^2$, iar totalitatea defectelor de acest tip fiind limitată la maximum 10% din suprafața feței elementului pe care sunt situate;

-defecte [n statul de acoperire al armăturilor (ştirbiri locale, segregări) cu adâncimea mai mică decât grosimea stratului de acoperire lungime maximum 5 cm iar totalitatea defectelor de acest tip fiind limitată la maximum 5% din lungimea muchiei respective.

2. Defectele care se încadrează în limitele menționate la punctul 1. pot să nu se înscrie în procesul verbal care se întocmeşte, dar vor fi în mod obligatoriu remediate conform normativului C149/87 pâna la recepționarea lucrării.

Defectele care depăşesc limitele de la punctul 1. se înscriu în procesul verbal care se întocmeste la examinarea elementelor după decofrare şi vor fi remediate conform soluțiilor stabilite de proiectant şi/sau expert după caz.



ANEXA IV.1

## BETONAREA DIFERITELOR ELEMENTE ŞI PĂRȚI DE CONSTRUCȚII

1) La betonarea diferitelor elemente sau părți de construcții în afara regulilor generale prevăzute la capitolul 12.3. "REGULI GENERALE DE BETONARE" se vor respecta după caz, prevederile suplimentare din prezenta anexă.

2) Betonarea elementelor de fundații din beton armat se va face pe un strat de egalizare conform proiectului.

3) Betonarea elementelor verticale (stâlpi, diafragme, pereți) se va face respectându-se următoarele prevederi suplimentare:

a) în cazul elementelor cu înălțimea de max. 3 m, dacă vibrarea betonului nu este stânjenită de grosimea redusă a elementului sau desimea armăturilor, se admite cofrarea tuturor fețelor pe întreaga înălțime şi betonarea pe la partea superioară a elementului.

b) în cazul în care se întrevăd dificultăți la compactarea betonului precum şi în cazul elementelor cu înălțime mai mare de 3,00 m se va adopta una din soluțiile:

- cofrarea unei fețe de max 1,00 m înălțime şi completarea cofrajului pe măsura betonării elementului sau:

- betonarea conform punctului 12.3.3 e (subcapitolul reguli generale de betonare) compactarea făcându-se prin ferestrele laterale sau din interiorul elementului

c) în cazul pereților de recipienți, cofrajul va fi montat pe una din fețe pe întreaga înălțime, iar pe cealaltă pe înălțime de maximum 1,0 m, completându-se pe măsura betonării;

d) primul strat de beton va avea o consistență la limita maximă admisă prin procedura de execuție şi nu va depăşi înălțimea de 30 cm.

e) nu se admit rosturi de lucru înclinate rezultate din curgerea liberă a betonului.

4) Betonarea grinzilor şi plăcilor se va face cu respectarea următoarelor precizări suplimentare:

a) turnarea grinzilor şi a plăcilor va începe după 1- 2 ore de la terminarea turnării stâlpilor sau a pereților pe care reazemă, dacă procedura de execuție nu conține alte precizări ;

b) grinzile şi plăcile care vin în legătură se vor turna de regulă în acelaşi timp; se admite crearea unui rost de lucru la 1/5 - 1/3 din deschiderea plăcii şi turnarea ulterioară a acesteia;

c) la turnarea plăcii se vor folosi reperi dispuşi la distanţe de max 2,0 m pentru a se asigura respectarea grosimilor prevăzute prin proiect

5) Betonarea cadrelor se va face dând o deosebită atenţie zonelor de la noduri, pentru a se asigura umplerea completă a acestora.

6) Betonarea elementelor masive, respectiv a elementelor la care cea mai mică dimensiune este cel puţin egală cu 1,5 m, se va face având în vedere aspectele particulare ce vor fi prezentate în continuare;

7) Pentru asigurarea calităţii lucrării este necesar să se adopte măsuri speciale, la stabilirea compoziţiei betonului şi a tehnologiei de betonare.

Astfel în scopul reducerii eforturilor din temperatură şi contracţie la stabilirea compoziţiei şi preparării betonului se va urmării:

- adoptarea unui tip de ciment cu termicitate redusă (corelat cu clasa betonului) şi un dozaj cât mai scăzut, folosind în acest scop un aditiv reducător de apă şi agregate cu dimensiuni cât mai mari.

- asigurarea unei temperaturi cât mai scăzute pentru betonul proaspăt, prin evitarea folosirii loturilor de ciment cu temperaturi ridicate, reducerea temperaturii agregatelor prin stropire artificială, folosirea de apă rece, fulgi de gheaţă, etc.

8) Betonarea elementelor masive se va face pe un strat continuu, fie în trepte conform detaliilor din figura IV.1.

Prezentele prevederi se aplică şi în cazul elementelor cu grosimea de 0,9 - 1,50 m., dacă volumul acestora depăşeşte 100 mc.

Detalierea tehnologiei de betonare se va face în mod obligatoriu prin caiete de sarcini sau proceduri de execuţie ţinând seama de:

- capacitatea de betonare "Cb" exprimată în mc/oră, respectiv cea mai mică dintre valorile capacităţilor de preparare, de transport de la staţie sau de la locul de descărcare la cel de punere în operă.

- durata de timp "Ta" max. admisă, pentru acoperirea cu un nou strat sau treaptă de beton

- grosimea stratului sau treptei, care nu poate depăşi 50 cm;

- numărul de trepte suprapuse

Durata de timp "Ta" se stabileşte cu ajutorul realaţiei:

Ta = T - Tt - Ts,





în care: T - durata de timp până la începerea prizei betonului;

Tt - durata de transport, între terminarea încărcării la staţia de betonare şi terminarea descărcării la şantier a mijlocului de transport

Ts - durata de staţionare şi de transport local la şantier, până la punerea în operă a betonului

Durata de timp T, până la începerea prizei betonului se va determina de un laborator de specialitate autorizat conform STAS 1759/80

În lipsa unor asemenea determinări se pot avea în vedere următoarele valori orientative:

Tabelul IV.1

| Beton | T (ore) pentru temp. medie de : | | |
|---|---|---|---|
| | $<10^0$ C | $10^0$ - $20^0$C | $>20^0$C |
| fără aditivi întârzietori | 3 | 2,1/2 | 2 |
| cu aditivi întârzietori | 6 | 5 | 4 |

Se recomandă ca temperatura betonului la turnare să fie cuprinsă între 5 - $30^0$ C.

Grosimea stratului sau dimensiunile treptei (lăţime, grosime) se stabilesc prin respectarea condiţiilor menţionate în figura IV.1.

9) Începerea betonării este admisă numai după verificarea adoptării tuturor măsurilor necesare executării acestor operaţii fără întrerupere; asigurarea materialelor componente, funcţionarea staţiei, număr suficient de mijloace de transport şi compactare, instruirea personalului executant şi asigurarea efectivelor de lucru pe întreaga perioadă de betonare .

10) La 2 - 4 ore de la terminarea betonării unei zone (în funcţie de stadiul de întărire ) se va proceda la protejarea suprafeţei libere a betonului cu materiale care să asigure evitarea evaporării apei din beton şi răcirea rapidă (saltele alcătuite din rogojini dispuse între folii de polietilenă sau prelate, strat de minimum 10 cm nisip umed acoperit cu prelate, sau orice alt sistem care poate proteja suprafaţa liberă a betonului)

Protecţia va fi îndepărtată după minimum 7 zile (conform capitolului tratarea betonului) şi numai dacă între temperatura suprafeţei betonului şi ce a mediului nu este o diferenţă mai mare de $12^0$C.

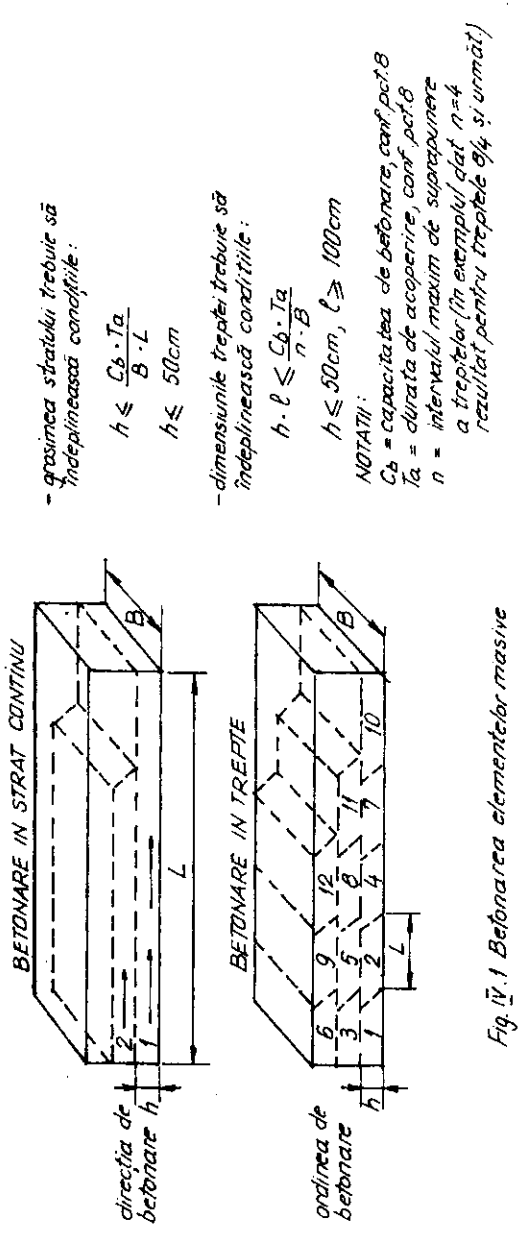



Fig. IV.1 Betonarea elementelor masive





## PROCEDEE DE VIBRARE MECANICĂ

**1)** Compactarea mecanică prin vibrare poate fi realizată prin următoarele procedee:

- vibrare internă folosind vibratoare de interior (pervibratoare)
- vibrare externă cu ajutorul vibratoarelor de cofraj
- vibrare de suprafață cu ajutorul vibratoarelor placă sau a riglelor vibrante.

**2)** Vibrarea internă este principalul procedeu de compactare a betonului.

**3)** Alegerea tipului de vibrator ( mărimea capului vibrator, forța perturbatoare și frecvența corespunzătoare a acestuia) se va face funcție de dimensiunile elementului și de posibilitățile de introducere a capului vibrator (butelia) printre barele de armătură.

**4)** Consistența betoanelor compactate prin vibrare internă depinde de forma elementului și desimea armăturilor.

**5)** Durata de vibrare optimă se situează între minim 5 sec. și 30 sec. în funcție de tasarea betonului și tipul de vibrator utilizat.

**6)** Semnele după care se recunoaște că vibrarea s-a terminat, sunt următoarele :

- betonul nu se mai tasează;
- suprafața betonului devine orizontală și ușor lucioasă
- încetează apariția bulelor de aer la suprafața betonului.

**7)** Distanța între două puncte succesive de introducere a vibratorului de interior este de maximum 1,0m, reducându-se în funcție de caracteristicile secțiunii și desimea armăturii.

**8)** Grosimea stratului de beton supus vibrării se recomandă să nu depășească 3/4 din lungimea capului vibrator (buteliei); la compactarea unui nou strat, butelia trebuie să pătrundă (50.....150)mm în stratul compactat anterior.

**9)** Vibrarea externă este indicată la executarea elementelor prefabricate sau în cazul elementelor turnate monolit de grosimi reduse și cu armături dese, sau care nu pot fi compactate prin vibrare internă. În zonele în care este posibil se pot folosi suplimentar și vibratoare de interior.

**10)** În cazul elementelor compactate cu ajutorul vibratoarelor de exterior, se vor lua măsuri constructive speciale prin mărirea rigidității cofrajelor și prin prevederea în măsura în care este posibil de legături elastice între cofraje și elementele de susținere și rezemare.

**11)** Consistența betoanelor compactate prin vibrare externă se recomandă să fie cu tasare minimă 50 mm.

**12)** Vibrarea de suprafață se va utiliza la compactarea plăcilor cu grosimea de maximum 200 mm.

**13)** Consistența betoanelor compactate prin vibrarea de suprafață se recomandă să fie cu tasare de minimum 20 mm.

**14)** Se recomandă ca durata vibrării să fie de 30...60 sec. Timpul optim de vibrare se va stabili prin determinări de probă efectuate în operă la prima șarjă de beton ce se compactează.

**15)** Grosimea stratului de beton turnat (înainte de compactare) trebuie să fie de 1,1 - 1,35 ori mai mare decât grosimea finală a stratului compactat, în funcție de consistența betonului. În cazul determinărilor de probă prevăzute la punctul 14 se stabilește și grosimea stratului de beton turnat necesară pentru realizarea grosimii finite a elementului.

**16)** Distanța între două poziții succesive de lucru ale plăcilor vibrante trebuie să fie astfel stabilită încât să fie asigurată suprapunerea de minimum 50 mm în raport cu poziția precedentă.





## RECOMANDĂRI PRIVIND STABILIREA POZIȚIEI ROSTULUI DE LUCRU

La stabilirea poziției rostului de lucru se vor respecta următoarele reguli :

1) La stâlpi se vor prevede rosturile numai la bază (fig. IV.3.1 secțiunea I-I); în cazul unor tehnologii speciale se admit rosturi la 30....50 mm sub grindă sau placă .

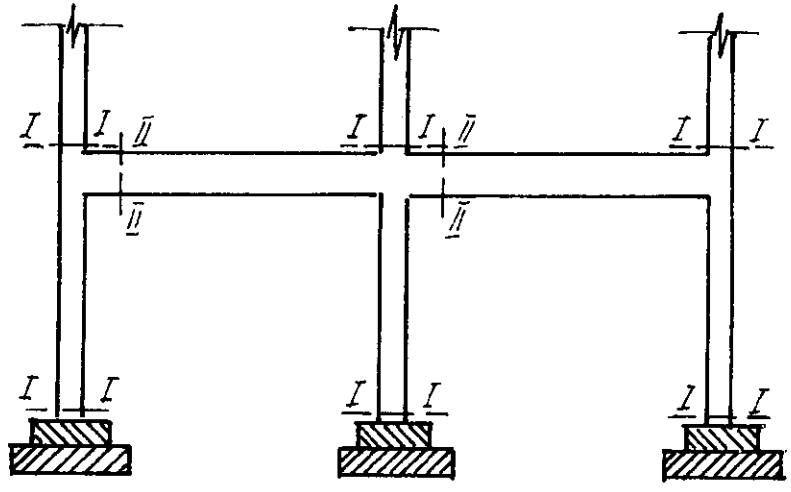



*Fig. IV.3.1. Poziția rosturilor de lucru la stâlpii și rigiele cadrelor*

2) La grinzi, dacă din motive justificate nu se poate evita întreruperea, aceasta se va face în regiunea de moment minim (fig.IV.3.1 secțiunea II-II).

3) În cazul în care grinzile se betonează separat, rostul de lucru se lasă la 30....50 mm sub nivelul inferior al plăcii sau vutei plăcii.

4) La plăci, rostul de lucru va fi situat la 1/5.....1/3 din deschiderea plăcii.

5) La planşee cu nervuri când betonarea se face în direcţia nervurilor, rostul se face în zona cuprinsă între 1/5 şI 1/3 din deschiderea nervurilor (fig. IV.3.2).

6) La planşee cu nervuri când betonarea se face perpendicular pe direcţia nervurilor rostul se va face în zona cuprinsă între 1/5 şI 1/3 din deschiderea grinzii principale ; se va căuta pe cât posibil, ca în placă rostul să fie 1/5....1/3 din deschiderea acesteia (fig. IV.3.2 ).

7) La bolţi şI arce se admit rosturi perpendiculare pe directoare, împărţindu-se bolta sau arcul în bolţari dispuşi simetric faţă de cheie ; nu se admit rosturi având faţă în plan orizontal.

8) La bolţi cu lăţime mare, rosturile de lucru se pot face împărţindu-se bolta într-o serie de bolţi mai înguste.

9) La plăci curbe subţiri şI la pereţii rezervoarelor pentru lichide nu se admit rosturi de lucru ; turnarea betonului se va face fără întrerupere.

10) La fundaţiile de utilaje supuse la solicitări dinamice pot fi prevăzute rosturi în zona cu eforturi minime numai dacă se adoptă dispoziţii de armare corespunzătoare.

11) În cazul pereţilor structurali sau pereţilor de lungime mare, se vor prevedea rosturi verticale pentru evitarea fisurării din contracţie sau limitarea frontului de lucru ; asemenea rosturi se vor dispune la maximum 15m între ele şI vor fi realizate cu un cofraj interior cu şicane (din lemn sau tablă) sau cu tablă expandată.

12) În cazul elementelor masive cu lungimea mai mare de 20,0m se vor prevedea rosturi verticale cu tablă expandată sau cofraje creindu-se ploturi care se betonează alternativ; dimensiunile ploturilor se vor stabili cu acordul ambelor părţi proiectant şI executant.

13) În cazul elementelor masive având grosime mare (de regulă peste 2,5m) se va prevedea un rost orizontal, creindu-se două lamele suprapuse ; pentru asigurarea conlucrării lamelelor se vor adopta una (sau eventual două) dintre următoarele soluţii : se vor crea la betonare denivelări (praguri) sau se vor dispune armături suplimentare de legătură între lamele ; în asemenea cazuri armăturile situate la partea superioară vor fi montate parţial urmând a se completa înainte de betonarea stratului care se înglobează.



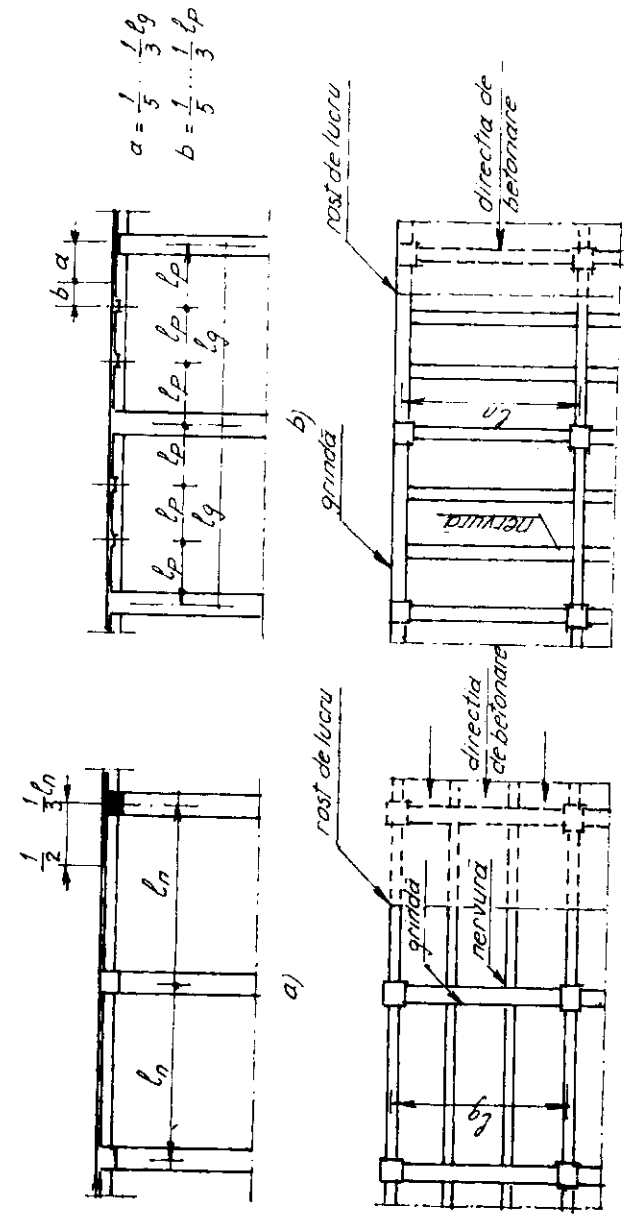



Fig. IV.3.2 Poziţia rosturilor de lucru la planşele cu nervuri

ANEXA V.

## REGULI PRIVIND OPERAȚIA DE DECOFRARE

I. În cursul operației de decofrare se vor respecta următoarele reguli :

1) desfășurarea operației va fi supravegheată direct de către conducătorul punctului de lucru; în cazul în care se constată defecte de turnare (goluri, zone segregate) care pot afecta stabilitatea construcției decofrate, se va sista demontarea elementelor de susținere până la aplicarea măsurilor de remediere sau consolidare.

2) susținerile cofrajelor se vor desface începând din zona centrală a deschiderii elementelor și continuând simetric către reazeme.

3) slăbirea pieselor de descintrare (pene, vinciuri) se va face treptat fără șocuri.

4) decofrarea se va face astfel încât să se evite preluarea bruscă a încărcărilor de către elementele care se decofrează, ruperea muchiilor betonului sau degradarea materialului cofrajului și susținerilor.

II. În cazul construcțiilor etajate având deschideri mai mari de 3,00m, la decofrare se vor lăsa popi de siguranță care vor fi menținuți orientativ conform tabelului 14.3 (de la capitolul 14-decofrare) iar poziția acestora se recomandă a se stabili astfel:

- la grinzi având până la 6,00m deschidere se lasă un pop de siguranță la mijlocul acestora ; la deschideri mai mari numărul lor se va spori astfel încât distanța între popi sau de la popi la reazeme să nu depășească 3,00m ;
- la plăci se va lăsa cel puțin un pop de siguranță la mijlocul lor și cel puțin un pop la $12m^2$ de placă;
- între diferite etaje popii de siguranță se vor așeza pe cât posibil unul sub altul.

III. Nu este permisă îndepărtarea popilor de siguranță ai unui planșeu aflat imediat sub altul care se cofrează sau se betonează.

IV. Pentru decofrarea elementelor cu deschideri mai mari de 12,00m; precum și pentru descintrarea eșafodajelor care susțin cintrele bolților, arcelor, plăcilor subțiri etc. proiectul va trebui să conțină precizări în legătură cu executarea acestor operații: numărul de reprize de descintrare, înălțimile de coborâre, etc.

V. În termen de 24 ore de la decofrarea oricărei părți de construcție se va proceda, de către conducătorul punctului de lucru, reprezentantul investitorului și de către proiectant (dacă acesta a solicitat să fie convocat), la o examinare amănunțită a tuturor elementelor de rezistență ale structurii încheindu-se un proces-verbal în care se vor consemna calitatea lucrărilor precum și eventuale defecte constatate. Este interzisă efectuarea de remedieri înainte de această examinare.



ANEXA VI.1

FRECVENȚA ȘI MĂSURI CE SE ADOPTĂ ÎN CADRUL CONTROLULUI CALITĂȚII MATERIALELOR ȘI BETOANELOR

A. LA APROVIZIONARE

| Nr. crt | Materialul sau faza de execuție | Acțiunea<br>Procedeul de verificare sau caracteristici ce se verifică | Scopul acțiunii sau verificării | Frecvența minimă | Constatare | | Măsura ce se adoptă |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | 6 |
| A1 | Ciment | a) Examinarea datelor înscrise în documentele de certificare a calitatii sau garanție emise de furnizor și/sau producător. | Constatarea garantării calității de către furnizor și/sau producător | La fiecare lot aprovizionat. | C | | Se verifică conform A1 b, c. |
| | | | | | | NC | Se refuză lotul. |
| | | b) Stabilitatea conform SREN 196-3 | Evitarea unor erori nesesizate la controlul de fabricație sau semnalarea unor impurificări intervenite în timpul transportului. | O determinare la fiecare transport dar nu mai puțin de o determinare la 100 t pe o probă medie. | C | | Se verifică conform A1 d sau se dă în consum. |
| | | c) Timpul de priză conform SREN 196-3 | | | NC | | Se refuză lotul și se procedează conform punctului 1 de la controlul calității la cimenturi (anexa VI.2) |

| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| A1 | | d)Rezistențele mecanice la 2(7) zile conf. SREN 196-1 | Confirmarea clasei cimentului. | O probă la 200 t dacă livrarea se efectuează în loturi mai mici de 100 t; | C | Se dă în consum. |
| | | | | O probă la 500 t dacă livrarea se efectuează în loturi mai mari de 100 t. | NC | Se procedează conform pct. 1. "Controlul calității lucrărilor" (anexa VI.2) |
| | | e) Idem la 28 zile | Culegere de date pentru evidența calității cimentului utilizat. | Idem | - | - |
| | | f) Prelevare de contraprobe care se păstrează pentru 45 zile (păstrate în cutii metalice sau pungi sigilate). | Verificări ulterioare în caz de litigiu. | La fiecare lot aprovizionat probele se iau împreună cu delegatul beneficiarului sau al I.S.C.L.P.U.A.T care va sigila contraproba. | - | - |

| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| A1 | | g) Starea de conservare numai dacă s-a depășit termenul de depozitare sau au intervenit factorii de alterare. | Evitarea aprovizionării cu cimenturi alterate. | O determinare la fiecare transport dar nu mai putin de o determinare la 100 t pe o probă medie. | C | Se admite lotul transportat. |
| | | | | | NC | Se refuză lotul transportat. |
| A2 | Agregate | a) Examinarea datelor înscrise în documentele de certificare a calitatii emise de furnizor și/sau producător. | Constatarea garantării calității de către furnizor. | La fiecare lot aprovizionat. | C | Se verifică conf. A2. b. |
| | | | | | NC | Se refuză lotul transportat. |
| | | b) Conținutul de impurități conform STAS 4606-80:<br>- parte levigabilă | Confirmarea calității lotului aprovizionat. | O probă la max. 500 mc pentru fiecare sursă. | C | Se verifică conform punctului A.2.C |
| | | - humus | | La schimbarea sursei. | | |

| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| A2 | | - corpuri străine: argilă în bucăți, argilă aderentă, conținut de cărbune și mică. | | În cazul în care se observă prezența lor. | NC | Se refuză lotul. Se procedează ca la punctul 1 "Controlul calității" (anexa VI.2) |
| | | c) Granulozitatea sorturilor conform STAS 4606-80. | | O probă la max. 500 mc pentru fiecare sort (1). | C | Se dă în consum. |
| | | | | | NC | Se refuză lotul și se procedează conf. pct. 1 "Contr.calității" (anexa VI.2) sau cu acordul beneficiarului se poate accepta utilizarea , adică se asigură inserierea agregatului total în zona de granulozitate adoptată. |

| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| A2 | | d) Densitatea în grămadă în stare afânată și uscată conf. STAS 4606-80 (în cazul agregatelor ușoare). | | O probă la 200 mc. | C | Se dă în consum |
| | | | | | NC | Se refuză lotul. Se procedează conf. pct. 1 "Controlul calității" (anexa VI.2). |
| A3 | Adaosuri (cenușă de termocentrală ) | a) Examinarea datelor înscrise în documentele de certificare a calitatii sau garanție emise de furnizor și/sau producător. | Constatarea garantării calității de către producător care trebuie să conțină obligatoriu avizul sanitar eliberat de organele abilitate ale Ministerului Sănătății | La fiecare lot aprovizionat. | C | Se verifică conform A3 b, c, d. |
| | | | | | NC | Se refuză lotul. Se procedează conf. pct.1 "Controlul calității" (anexa VI.2.). |

| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| A3 | | b) Finețea conf. SREN 196-6/94 | Confirmarea caracteristicii standardizate. . | Idem | C | Se dă în consum. |
| | | | | | NC | Se refuză lotul. Se proced. conf. pct. 1 "Controlul calității" (anexa VI.2). |
| | | c) Stabilitate | Evitarea folosirii unui lot necorespunzător. | La fiecare lot aprovizionat. | C | Se dă un consum. |
| | | | | | NC | Se refuză lotul. Se procedează conf. pct. 1 "Controlul calității" (anexa VI.2). |
| | | d) Indicele de activitate la 24 ore. | Confirmarea caracteristicilor garantate. | La fiecare lot de cenușă de tip A. | C | Se dă în consum. |
| | | | | | NC | Se folosește ca cenușă tip B. |

| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| A4 | Aditivi | a) Examinarea datelor înscrise în documentele de certificare a calitatii sau garanție emise de furnizor și/sau producător. | Constatarea garantării calității de către producător. | La fiecare lot aprovizionat. | C | Se dă în consum. |
| | | | | | NC | Se refuză lotul. Se procedează conf. pct. 1 "Controlul calității" (anexa VI.2). |
| A5 | Oțeluri pentru armături | a) Examinarea datelor înscrise în documentele de certificare a calitatii emise de furnizor și/sau producător. | Constatarea garantării calității de către producător. | La fiecare lot aprovizionat. | C | Se verifică conf A5 b. |
| | | | | | NC | Se refuză lotul. Se proced. conf. pct. 1 "Controlul calității" (anexa VI.2). |

| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| A5 | | b) Verificarea aspectului (calitatea suprafeței) conf. STAS 438/1-89 | Acceptarea utilizării | La 2% din numărul de colaci sau legături bare dar nu mai puțin de 2 colaci sau legături de bare (2). | C | Se verifică conf. A5 c. |
| | | | | | NC | Se procedează conf. pct.10.5.4. (Armături), apoi se verifică conf. A5 c. |
| | | c) Verificarea dimensiunilor și profilului conf. STAS 438/1-89. | Confirmarea caracteristicilor standardizate. | Idem două măsurători ale dimensiunilor și o măsură a profilului. | C | Se verifică conf. A5 d , e. |
| | | | | | NC | Se refuză lotul. Se procedează conf. pct. 1 "Controlul calității" (anexa VI.2). |
| | | d) Încercarea la îndoire pe dorn conf. reglementărilor în vigoare. | Confirmarea caracteristicilor standardizate. | Idem două epruvete din barele sau colacii prelevați. | C | Se dă în consum. |

| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| A5 | Plase sudate | | | | NC | Se refuză lotul. Se procedează conf. pct. 1 "Controlul calității" (anexa VI.2). |
| | | e) Verificarea caracteristicilor mecanice (rezistența la rupere limita de curgere , alungirea la rupere etc) | Idem | Minim 5 probe pe lot. | | |
| A6 | | a) Examinarea datelor înscrise în documentele de certificare a calitatii sau garanție emise de furnizor și/sau producător. | Constatarea garantării de către producător. | La fiecare lot aprovizionat. | C | Se verifică conf. A6 b, c și d. |
| | | | | | NC | Se refuză lotul. Se procedează conf. pct. 1 "Controlul calității" (anexa VI.2.) |

| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| A6 | | b) Verificarea aspectului conf. STAS 438/3-89 | Acceptarea utilizării | La 3% din lot dar nu mai puțin de 3 plase luate la întâmplare. | C | Se verifică conf. A6 c. |
| | | | | | NC | Se procedează conf. pct.10.7.6. (armături). |
| | | c) Verificarea dimensiunilor conf. STAS 438/3-89. | Confirmarea caracteristicilor standardizate. | Idem | C | Se dau în consum. |
| | | d) Verificarea caracteristicilor mecanice și calității sudării nodurilor conform STAS 438/3 - 1989 | | | NC | Se refuză lotul. Se procedează conf.pct.1"Controlul calității" (anexa VI.2). |

B. ÎNAINTE DE UTILIZAREA MATERIALELOR

| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| B1 | Ciment | a) Verificarea duratei de depozitare. | Încadrarea în termenul de garanție. | La fiecare lot aprovizionat. | C | Se dă în consum. |
| | | | | | NC | Se verifică conf. B1 b. |

| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| B1 | | b) Starea de conservare numai dacă s-a depășit termenul de depozitare sau au intervenit alți factori de alterare. | Evitarea utilizării cimenturilor alterate. | 2 probe pe siloz (sus și jos) sau după max 50 t ciment consumat. | C | Se dă în consum. |
| | | | | | NC | Se verifică conform A1 d pe câte 2 probe la fiecare siloz respectiv o probă la 50 t iar utilizarea se va face funcție de rezultatele obținute. |
| B2 | Agregate | a) Conținutul de impurități conf. STAS 4606-80, parte levigabilă, corpuri străine. | Sesizarea eventualelor impurificări intervenite în depozitul de primire sau în cursul manipulării. | Ori de câte ori apar factori de impurificare, dar cel puțin o dată pe săptămână. | C | Se dă în consum. |
| | | | | | NC | Se procedează la înlăturarea cauzelor impurificării și la o nouă verificare. |

| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| B2 | | b) Verificarea granulozității sortului conform STAS 4606-80. | Adoptarea compo-ziției betonului în funcție de rezultatele obținute. | O probă la 400 mc. beton și ori de câte ori apar factori care pot modifica granulozitatea sorturilor, dar cel puțin o dată pe zi. | C | Se menține rețeta betonului. |
| | | | | | NC | Se corectează proporțiile dintre sorturi și se elimină cauza. |
| | | c) Umiditatea | Idem | O probă la 200 mc. beton și ori de câte ori se observă o schimbare cauzată de condițiile meteo dar cel puțin o dată pe zi. | În funcție de rezul tatul obținut. | Se menține rețeta betonului. |
| | | | | | | Se corectează cantitățile de apă de amestecare și sorturi de agregate. |
| B3 | Aditivi | Densitatea soluției conform reglementărilor tehnice în vigoare (dacă aditivul se prepară la stație). | Corectarea după caz a concentrației. | O probă la fiecare șarjă preparată. | C | Se dau în consum. |
| | | | | | NC | Se corectează densitatea. |

| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| B4 | Apa | Compoziția chimică conform reglementărilor tehnice în vigoare. | Utilizarea la prepararea betonului a unei ape corespunzătoare. | O probă la începerea lucrărilor dacă apa nu provine dintr-o sursă potabilă. | C | Se acceptă utilizarea. |
| | | | | | NC | Se caută o altă sursă. |

C. ÎN CURSUL PREPARĂRII BETONULUI LA STAȚIA DE BETOANE

| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| C1 | Betonul proaspăt* | a) Consistența conf. STAS 1759/88. | Corectarea cantității de apă de amestecare. | De două ori pe schimb și tip de beton și la începutul preparării | C | Se menține rețeta de beton adoptată. |
| | | | | | NC | Se procedează conf. anexei VI.3, pct. 2. |
| | | b)Temperatura dacă este prevăzut ca o cerință. | Încadrarea temperaturii în limitele 5°C - 30°C | 4 determinări pentru fiecare tip de beton și schimb de lucru | C | Se acceptă livrarea. |
| | | | | | NC | Se procedează conf. anexei VI.3, pct. 2 |

| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| C1 | | c)Conținutul de nisip 0...3 din beton conf. STAS 1759-80. | | Facultativ ori de câte ori se apreciază necesar. | C | Se menține rețeta betonului. |
| | | | | | NC | Se procedează conf. anexei VI.3, pct. 2. |
| C2 | Betonul întărit | a)Determinarea rezistenței la compresiune pe epruvete cilindrice/ cubice la vârsta de 28 de zile conf. STAS 1275 - 88 | Verificarea realizării cerințelor de calitate pentru clasa de beton prescrisă | O probă la 100 mc. Dar nu mai mult de 6 probe pe zi (C≤8/10) O probă la 50 mc. Dar nu mai mult de 15 probe pe zi (C>8/10)Minim o probă pe zi/ schimb,tip beton în ambele cazuri | | Se procedează conf. anexei VI.3, pct. 3 și controlului de conformitate cap. 17.2.2. |
| | | b) Idem la vârsta de 3 și/sau 7 zile pentru încercări orientative. | Verificarea compoziției betonului. | O probă pe săptămână pentru betoane de clasă ≥ C 16/20. | C | Se menține compoziția. |
| | | | | | NC | Se corectează compoziția. |

| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| C2 | | c) Determinarea gradului de impermeabilitate sau gelivitate conf. STAS 3519-76 respectiv STAS 3518-68. | Verificarea îndeplinirii condițiilor prevăzute. | Dacă este prevăzută ca dată în compoziția betonului; frecvența determinărilor idem pct. D2.b și c dar nu mai puțin de două probe pe obiect | Gradul de impermeabilitate se consideră realizat dacă cel puțin 90% din numărul de încercări care se analizează, îndeplinește cerințele prevăzute ; pentru gradul de gelivitate 90 % din numărul de încercări trebuie să îndeplinească cerințele prevăzute . | |

D. LA LOCUL DE PUNERE ÎN OPERĂ

| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| D1 | Betonul proaspăt la descărcarea din mijlocul de transport. | a) Examinarea documentului de transport. | Constatarea garantării calității de către producător și respectarea duratei de transport. | La fiecare transport. | C | Se acceptă punerea în lucrare. |
| | | | | | NC | Se refuză transportul respectiv. |
| | | b) Consistență conform STAS 1759-80. | Confirmarea caracteristicilor impuse betonului. | O probă pentru fiecare tip de beton și schimb de lucru dar cel puțin o probă la 20 mc de beton. | C | Se acceptă punerea în lucru. |
| | | | | | NC | se procedează conform anexei VI.3. punct 2.3 |

| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | c) Temperatura dacă este prevăzută ca o cerință tehnică. | Încadrarea temperaturii betonului în limitele 5°C - 30°C. | 4 determinări pentru fiecare tip de beton și schimb de lucru. | C | Se acceptă punerea în lucru. |
| | | | | | NC | Se procedează conf. anexei VI.3, pct.2 |
| D2 | Beton întărit (3) | a) Determinarea rezistenței la compresiune pe epruvete cilindrice cubice conf. STAS 1275-88 pentru verificarea rezistențelor de control pe faze. | Stabilirea termenelor de decofrare. | Dacă este prevăzut prin proiect sau procedură specială o probă pe schimb. | C | Se execută faza. |
| | | | | | NC | Se decalează faza și se procedează la o nouă verificare. |
| D2 | | Determinarea rezistenței la compresiune pe epruvete cilindrice/cubice conf. STAS 1275/88 pentru verificarea clasei betonului. | Verificarea condițiilor de calitate pentru clasa de beton prescrisă. | Pentru fiecare tip de beton, parte de structură (fundație, nivel, tronson), dar cel puțin o probă pe zi de turnare și nu mai puțin de o probă la:<br>- 300 mc pentru C ≤ 6/7,5;<br>- 100 (200) mc pentru C8/10-C16/20;<br>- 50 (100) mc pentru clase > C16/20. | C | Se recepționează partea de structură. |

| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Obs.: Cifrele din paranteză se referă la elemente sau părți din structura cu volum mai mare de 300 mc și care se betonează fără întrerupere | | |
| | | | | | | Se procedează conf. anexei VI.3, pct.3. |
| D2 | | b) Determinarea gradului de impermeabilitate conf. STAS 3519-76. | Verificarea îndeplinirii condițiilor prevăzute în proiect sau conform procedurii speciale | O probă la 300 mc, dar nu mai puțin de două probe pentru fiecare obiect. | NC | Se procedează conform observației 4 la tabel. |
| | | c) Determinarea gradului de gelivitate conform STAS 3518-86. | | O probă la 1000 mc. | | Idem |



Notații: C - corespunzător, fiind îndeplinite cerințele tehnice prevăzute
NC - necorespunzător, nu se încadrează în cerințele tehnice prevăzute.

OBSERVAȚII :

1) Granulozitatea sorturilor -A2c - În cazul unităților aprovizionate constant de la aceleași surse, frecvența minimă va fi de o probă pe săptămână pentru fiecare sort și sursă.

2) Oțelul -A5b- verificarea aspectului - Procentul se referă la cantitatea aprovizionată în cursul unei zile de la același furnizor și din același lot.

3) Betonul întărit -D2- Condițiile de verificare se referă la betonul preparat pe șantier și/sau în anumite cazuri formulate la punctul 17.2.2.2.B. la utilizarea betonului livrat de stații

Cu acordul investitorului , prelevarea probelor se poate face la stațiile de betoane , caz în care se respectă planul de prelevare și criteriile de conformitate în cazul producerii betonului în stații (pozițiile C2.a. și 17.2.2.2.C.)

4) Gradul de impermeabilitate se consideră realizat dacă cel puțin 90% din numărul de încercări care se analizează îndeplinește condițiile tehnice prevăzute.

Gradul de gelivitate se consideră realizat dacă cel puțin 90% din numărul de încercări care se analizează îndeplinește condițiile tehnice prevăzute.

NOTA: * In cazul în care prin proiect se cere determinarea continutului de clor din beton acesta nu trebuie să depaseasca valorile precizate la punctul 5.2.3. (capitolul 5) pentru betonul proaspat. Daca valorile determinate depasesc valorile admisibile, se va analiza continutul de clor din materialele componente (de exemplu: apa, aditivi) si se vor schimba sursele de aprovizionare.





## CONTROLUL CALITĂȚII LUCRĂRILOR DE EXECUȚIE

1) În cazul în care loturile de materiale aprovizionate (oțel - beton , ciment , agregate , adaosuri , aditivi) nu îndeplinesc condițiile de calitate se va interzice utilizarea lor și se va înștiința producătorul , beneficiarul și organele Inspecției județene în Construcții , Lucrări Publice , Urbanism și Amenajarea Teritoriului în termen de maximum 48 de ore.

2) Fazele procesului de execuție a lucrărilor de beton și beton armat constituie în majoritate lucrări care devin ascunse , astfel încât verificarea calității acestora trebuie să fie consemnată în Registrul de procese verbale pentru verificarea calității lucrărilor ce devin ascunse încheiate între reprezentantul investitorului și executant (Proces verbal de recepție calitativă). În cazul fazelor determinante este obligatorie participarea : beneficiarului, proiectantului, executantului și a inspecției în construcții care în funcție de rezultatul controlului va autoriza sau nu continuarea lucrărilor. Nu se admite trecerea la o nouă fază de execuție înainte de încheierea procesului verbal referitor la faza precedentă dacă aceasta urmează să devină o lucrare ascunsă .

În procesele verbale se vor preciza concret verificările și măsurătorile efectuate, abaterile constatate iar după caz, încadrarea în toleranțele admisibile față de proiect.

Verificările care se efectuează sunt prevăzute la punctele 3.....19.

Dacă se constată neconcordanțe față de proiect sau prevederile reglementărilor tehnice se vor stabili si consemna măsurile necesare de remediere. După executarea acestora se va proceda la o nouă verificare și încheierea unui nou proces - verbal .

3) La terminarea executării săpăturilor pentru fundații se va verifica , în raport cu prevederile proiectului :

* adâncimea și cota de fundare
* natura terenului (cu participarea obligatorie a proiectantului geotehnician)
* poziția în plan
* dimensiunile săpăturilor

Cu privire la verificarea cotei de fundare și a naturii terenului se vor întocmi procese verbale distincte .

4) La terminarea executării cofrajelor se va verifica :

a) alcătuirea elementelor de susținere și sprijinire ;

b) încheierea corectă a elementelor cofrajelor și asigurarea etanșeității acestora

c) dimensiunile interioare ale cofrajelor în raport cu cele ale elementelor care urmează a se betona ;

d) poziția cofrajelor , în raport cu cea a elementelor corespunzătoare situate la nivelele inferioare ;

e) poziția golurilor ;

5) La terminarea montării armăturilor se va verifica :

a) numărul , diametrul și poziția armăturii în diferite secțiuni transversale ale elementelor structurii ;

b) distanța dintre etrieri , diametrul acestora și modul de fixare ;

c) lungimea porțiunilor de bare care depășesc reazemele sau care urmează a fi înglobate în elemente ce se toarnă ulterior ;

d) poziția înnădirilor și lungimile de petrecere ale barelor ;

e) calitatea sudurilor ;

f) numărul și calitatea legăturilor dintre bare ;

g) dispozitivele de menținere a poziției armăturilor în cursul betonării ;

h) modul de asigurare a grosimii stratului de acoperire cu beton și dimensiunile acestuia

i) poziția , modul de fixare și dimensiunile pieselor înglobate .

6) În cursul betonării elementelor de construcții se va verifica dacă :

a) datele înscrise în bonurile de livrare-transport ale betonului corespund comenzii și nu s-a depășit durata admisă de transport ;

b) consistența betonului corespunde celei prevăzute ;

c) condițiile de turnare și compactare asigură evitarea oricăror defecte ;

d) se respectă frecvența de efectuare a măsurătorilor și a prelevărilor de probe , conform prevederilor din ANEXA VI. 1.

e) sunt corespunzătoare măsurile adoptate de menținere a poziției armaturilor, dimensiunilor și formei cofrajelor ;

f) se aplică corespunzător măsurile de protecție ( tratare ) a suprafețelor libere ale betonului proaspăt.

Se vor consemna în condica de betoane :

* seria talonului livrării corespunzătoare betonului pus în operă ;





* locul unde a fost pus în lucrare ;

* ora începerii și terminării betonării ;

*probele de beton prelevate ;

* măsurile adoptate pentru protecția betonului proaspăt ;

*evenimente intervenite ( întreruperea turnării, intemperii etc. ) ;

* temperatura mediului ;

* personalul care a supravegheat betonarea .

În cazul în care conducătorul punctului de lucru răspunde direct și de prepararea betonului , acesta este obligat să verifice în paralel calitatea cimentului și agregatelor precum și modul de dozare , amestecare si transport al betonului .

7) La decofrarea oricărei părți de construcție se va verifica :

a) aspectul elementelor , semnalându-se dacă se întâlnesc zone cu beton necorespunzător (beton necompactat , segregat , goluri , rosturi de betonare , etc.)

b) dimensiunile secțiunilor transversale ale elementelor ;

c) distanța între diferitele elemente ;

d) poziția elementelor verticale (stâlpi , diafragme , pereți) în raport cu cele corespunzătoare situate la nivelul imediat inferior ;

e) poziția golurilor ;

f) poziția armăturilor care urmează a fi înglobate în elementele ce se toarnă ulterior .

Verificările de la pozițiile b)....f) se efectuează prin sondaj . Se va consemna în procesul verbal dacă sunt respectate prevederile proiectului . La consemnarea constatărilor se va ține seama de prevederile anexei III.1. referitoare la abaterile admisibile .

8) În vederea asigurării calității lucrărilor de beton și beton armat este obligatorie efectuarea unui control operativ și adoptarea unor măsuri conform ANEXEI VI.3. urmărindu-se :

- evitarea livrării sau punerii în operă a unui beton ale cărui caracteristici în stare proaspătă nu îndeplinesc condițiile impuse.

* adoptarea de măsuri operative la stația de betoane pentru corectarea compoziției betonului sau a condițiilor de preparare .

*sesizarea cazurilor în care betonul prezintă rezistențe sub limitele admise , fiind necesară analizarea de către proiectant a măsurilor sau condițiilor ce se impun pentru asigurarea rezistenței , stabilității și durabilității elementului sau a structurii .

9) Calitatea betonului pus în lucrare se va aprecia , ținând seama de concluziile analizei efectuate conform controlului de conformitate , asupra rezultatelor încercărilor probelor de verificare a clasei prezentate în buletinul emis de laborator și concluziile interpretării rezultatelor încercărilor nedistructive sau încercărilor pe carote , dacă s-a cerut efectuarea lor în cadrul controlului operativ sau prin proiect .

10) Rezultatul aprecierii calității betonului pus în lucrare se consemnează în procesul verbal de recepție a structurii de rezistență încheiat între proiectant , investitor și constructor .

Dacă nu sunt îndeplinite condițiile de calitate se vor analiza de către proiectant măsurile ce se impun .

11) Recepționarea structurii de rezistență se va efectua pe întreaga construcție sau pe părți din construcție (fundație , tronson , scară) potrivit Normativului C 56 - 85, anexa I.1.

Această recepție are la bază examinarea directă efectuată pe parcursul execuției în cadrul controlului interior sau exterior; suplimentar se vor verifica:

* documentele de certificare a calitatii prevazute de reglementarile în vigoare pentru materialele livrate ;

* existența și conținutul proceselor verbale de recepție calitativă privind cofrajele , armarea , aspectul elementelor după decofrare , aprecierea calității betonului pus în lucrare , precum și existența și conținutul proceselor verbale pentru fazele determinante

* existența și conținutul documentelor de certificare a calitatii în cazul betonului livrat ;

* constatările consemnate în cursul execuției în cadrul controlului interior și/sau exterior ;

* confirmarea prin procese verbale a executării corecte a măsurilor de remediere prevăzute în diferitele documente examinate ;

* consemnările din condica de betoane ;

* buletin privind calitatea betoanelor ;





* dimensiuni de ansamblu și cotele de nivel ;

* dimensiunile diferitelor elemente în raport cu prevederile proiectului ;

* poziția golurilor prevăzute în proiect ;

* poziția relativă pe întreaga înălțime a construcției , a elementelor verticale (stâlpi , pereți structurali) consemnându-se eventuale dezaxări ;

* încadrarea în abaterile admise conform ANEXEI III.1. ;

* comportarea la proba de umplere cu apă , în cazul recipienților ;

* respectarea condițiilor tehnice speciale impuse prin proiect privind materialele utilizate , compoziția betonului , gradul de impermeabilitate , gradul de gelivitate , etc.;

- orice altă verificare care se consideră necesară .

În vederea recepției structurii unei constructii, în cazurile în care se solicită de către proiectant, executantul va prezenta beneficiarului buletine de analiza pe beton întarit prin incercari nedistructive.

Alegerea elementelor si numarului necesar de incercari se va face de catre proiectant

Încercarile nedistructive se vor efectua în conformitate cu Normativul C26-85.

12) Verificările efectuate și constatările rezultate la recepția structurii de rezistență se consemnează într-un proces verbal încheiat între investitor ,

proiectant și executant , precizându-se în concluzie dacă structura în cauză se recepționează sau se respinge .

În cazurile în care se constată deficiențe în executarea structurii , se vor stabili măsurile de remediere , iar după executarea acestora se va proceda la o nouă recepție .

13) Acoperirea elementelor structurii cu alte lucrări (ziduri , tencuieli , protecții , finisaje) este admisă numai pe baza dispoziției date de investitor sau de proiectant.

Această dispoziție se va da după încheierea recepției structurilor de rezistență sau , în cazuri justificate , după încheierea recepției parțiale a structurii de rezistență.

Recepția parțială va consta în efectuarea tuturor verificărilor arătate la punctul 11 , cu excepția examinării rezistenței la 28 zile a betonului care se va face la recepția definitivă a structurii de rezistență .

În asemenea situații , proiectantul va preciza unele părți din elemente asupra cărora să se poată efectua determinări ulterioare și care nu se vor acoperi decât după încheierea recepției definitive a structurii .

14) Recepția construcțiilor din beton și beton armat se va face în conformitate cu prevederile Legii nr 10/1995 privind calitatea în construcții .

15) Calitatea betonului livrat de stația de betoane se va face conform criteriilor stabilite la Cap. 17 și în ANEXA VI. 1.

16) Aprecierea calității betonului pus în operă în vederea recepției se face conform punctului 17.2.2. - controlul calității pe obiect sau părți de obiect .

Prin părți de obiect se înțeleg :

* părțile de construcții delimitate prin rosturi de dilatare ;
* părțile de construcții diferențiate prin clasa de beton prevăzută sau
* părțile de construcții precizate prin proceduri speciale sau proiect .

17) pentru aprecierea calității betonului se vor lua în considerare precizările de la punctul 17.2.2. , capitolul " Controlul calității " , avându-se de asemenea în vedere:

A) rezultatele încercărilor pe cilindrii - cuburi efectuate pe probe prelevate la locul de punere în operă și sau la stația de betoane ;

B) rezultatele menționate la punctul A) precum și rezultatele încercărilor nedistructive obținute pe unele din elementele structurii în cauză :

Odacă nu s-au efectuat încercările obligatorii pe cilindrii cuburi la locul de punere în operă la frecvențele stabilite sau dacă rezultatele se situează sub clasa prescrisă trebuie să se efectueze încercări nedistructive extrageri de carote încercări in-situ care să confirme calitatea lucrărilor executate.

18) În cazul punctului 17 - A) rezultatele se analizează pe baza criteriilor de conformitate , înscriindu - se în buletinul încercărilor

* rezultatele înregistrate
* valorile determinate pe fiecare criteriu
* conformitatea rezultatelor
  - clasa de beton efectiv realizată
* concluzii : BETON CORESPUNZĂTOR NECORESPUNZĂTOR

19) În cazul indicat la punctul 17 - B) se analizează separat

* încercările pe corpurile de probă corelându-se cu rezultatele aferente zonei încercate nedistructiv ;
* încercările nedistructive (mediile pe secțiune sau individual pe carote).

Analizele se înscriu separat în buletinul privind calitatea betoanelor. Încercările nedistructive se efectuează conform Normativului C 26 - 85 .





## CONTROLUL OPERATIV AL CALITĂȚII BETONULUI

1) Activitatea de control operativ cuprinde :

* determinări pe betonul proaspăt în scopul evitării punerii în operă a unui beton necorespunzător
* analizarea imediat după înregistrare , a rezultatelor privind rezistența la compresiune la vârsta de 28 de zile în scopul remedierii operative a unor cazuri necorespunzătoare
* încercări orientative efectuate la termene scurte

2) Determinări pe betonul proaspăt

2.1. Condițiile tehnice privind caracteristicile betonului proaspăt sunt stabilite în tabelul VI.3.1.

Tabelul VI. 3.1.

| Nr. crt. | Caracteristica | Valoare de referință | Limitele de referință admise | |
|---|---|---|---|---|
| 1. | Consistența | t tasare medie (mm) | tasare medie | abaterea admisă |
| | | | t 10...40mm | ± 10 mm |
| | | | t 50..120 mm | ± 20 mm |
| | | | t > 120 mm | ± 30 mm |
| | | g, gradul de compactare mediu | g ± 0,5 | |
| 2. | Temperatura | $t_{min}$ sau $t_{max}$ | $t_{min}$ - 1° C<br>$t_{max}$ + 2° C | |
| 3. | Densitatea aparentă | $\rho_b$ ( kg m$^3$ ) | $\rho_b$ ± 40 kg m$^3$ | |
| 4. | Conținut de aer oclus - antrenat | p% val. medie | p% ± 1 5 | |
| 5. | Granulozitatea agregatelor conținute în beton sort 0 - 3 | $g_{min}$ ; $g_{max}$ (%) | $g_{min}$ - 2<br>$g_{max}$ + 2 | |

2.2. Determinări efectuate la stația de betoane

2.2.1. Caracteristicile care se verifică și valorile de referință ale acestora se precizează de laborator odată cu stabilirea compoziției betonului și se înscriu în rețeta betonului predată șefului de stație care o va afișa .

În acest scop se vor avea în vedere :

* prevederile din proiect sau proceduri speciale ;

* cerințele formulate de executant privind betonul folosit ;

* condiții climatice .

Cerințele vor fi stabilite astfel încât să se asigure respectarea celor prevăzute la punerea în operă.

2.2.2. Ori de câte ori un rezultat se situează în afara limitelor admise conform prevederilor din tabelul VI.3.1. se va repeta imediat determinarea respectivă.

2.2.3. Dacă și la noua determinare rezultatul nu se încrie în limitele admise se va sista prepararea betonului și se vor stabili măsurile tehnologice ce se impun : corectarea cantităților de apă , a proporției sorturilor de agregate sau aditiv , a temperaturii componenților și verificarea instalației, avându-se în vedere și precizările de la pct. 6.1.5. cap. 6.

2.2.4. După aplicarea măsurilor stabilite și reluarea preparării betonului , determinarea caracteristicii respective se va face la fiecare amestec , adoptându-se eventuale corecții necesare până când se constată că cel puțin 3 rezultate consecutive se înscriu în limitele admise .

În continuare determinarea se va face cu frecvența prevăzută în proiect sau conform ANEXEI VI. 1.

2.3. Determinări efectuate la locul de punere în operă

2.3.1. Determinările se referă la verificarea consistenței betonului iar dacă este prevăzut prin proiect sau în perioada de timp friguros , la determinarea temperaturii betonului .În cazuri speciale pot fi prevăzute și alte caracteristici .

2.3.2. Caracteristicile care se verifică și valorile de referință ale acesteia , se precizează de către executant și se înscriu în procedura de execuție și nota de comandă a betonului .

În acest scop se vor avea în vedere după caz :

* prevederile din proiect sau proceduri speciale





* mijloace folosite pentru transportul betonului (basculantă, autoagitator , benă , pompă , etc.)

* condițiile de punere în operă a betonului (dimensiunile elementelor , desimea armăturilor , posibilitățile de compactare).

2.3.3. Ori de câte ori un rezultat nu se înscrie în limitele admise conform prevederilor din tabelul VI. 3.1. se vor efectua pentru același transport de beton încă două determinări . Dacă valoarea medie a trei determinări se înscrie în limitele admise se va accepta punerea în operă a betonului ; dacă este depășită limita admisă , transportul respectiv de beton se refuză . Se acceptă ca în cazul în care valoarea consistenței este mai mică decât cea indicată, aceasta să se poată îmbunătăți numai prin adăugare de aditivi plastifianți (superplastifianți).

3. Încercări pe beton întărit la 28 zile

3.1. Rezistența la compresiune , determinată ca medie pe fiecare serie de trei cilindri/cuburi , se analizează de laboratorul care efectuează încercarea imediat după înregistrarea rezultatului .

3. 2. În cazul în care rezultatul este mai mic decât clasa betonului (reevaluat conform tabelului VI. 3.2.) laboratorul va comunica rezultatul în cauză stației de betoane și executantului (beton preparat în stații) , respectiv numai executantului (beton preparat pe șantier), în termen de 48 de ore.

3.3. Urmare a comunicării primite la stația de betoane , în termen de 48 ore , șeful stației împreună cu delegatul compartimentului de verificare a calității vor identifica obiectivele la care s-a livrat tipul respectiv de beton și vor comunica executantului rezultatul înregistrat . Comunicarea se va face pentru fiecare obiectiv către executant (conducătorul antreprizei, responsabilul tehnic cu execuția,responsabilul compartimentului controlul calității) .

3.4. În termen de 5 zile, responsabilul tehnic cu execuția împreună cu reprezentantul investitorului vor proceda în felul următor :

a) identifică elementele la care s-a folosit betonul în cauză

b) dacă proba respectivă a fost prelevată la stația de betoane se verifică în paralel dacă au fost prelevate probe la șantier și dacă rezistența obținută pe aceasta este cel puțin egală cu clasa betonului determinată conform criteriilor de conformitate de la punctul 17.2.2.3, în cazul existenței de mai puțin de trei rezultate; în cazul indeplinirii acestei condiții se consemnează că nu este necesar să se efectueze verificări suplimentare

c) dacă proba respectivă a fost prelevată la şantier sau nu este îndeplinită condiţia de la punctul b) , se va decide :

* efectuarea de verificări suplimentare prin încercări nedistructive sau extragerl de carote

* convocarea proiectantului pentru analizarea cazului , dacă nu este posibilă efectuarea de încercări suplimentare .

3.5. Dacă din verificările suplimentare rezultă că betonul nu îndeplineşte condiţiile prevăzute conform reglementărilor tehnice în vigoare , va fi convocat proiectantul care va analiza şi decide după caz :

* efectuarea de verificări suplimentare prin metode nedistructive sau extragerea de carote şi reanalizare

* expertizarea lucrării (şi măsuri privind refacerea sau consolidarea elementelor necorespunzătoare, adoptarea unor restricţii în serviciu , acceptarea recepţionării lucrării dacă din verificările efectuate se dovedeşte ca satisfăcătoare clasa de beton efectiv realizată , etc.)

4. Încercări orientative pe beton întărit efectuate la termene scurte

4.1. În cazurile în care se urmăreşte obţinerea de informaţii orientative asupra rezistenţei care va fi atinsă la vârsta de 28 zile se pot efectua încercări pe cilindri /cuburi de probă la 3 zile (72 ± 3 ore) sau şi 7 zile .

Asemenea încercări prezintă interes în prima perioadă de aplicare a unei noi compoziţii de beton şi în special pentru betoanele de clasă superioară clasei C 20/25.

4.2. Probele destinate determinărilor orientative vor fi prelevate, confecţionate, păstrate şi încercate cu o supraveghere competentă . În special se va verifica temperatura apei din bazinul de păstrare . Pentru fiecare epruvetă se va nota data şi ora confecţionării şi încercării .

4.3. Se recomandă ca în cadrul unui schimb de lucru să se preleveze minimum 3 probe de beton din şarje diferite în interval de maximum 3 ore ; din fiecare probă se vor confecţiona cel puţin 2 cilindri cuburi.

4.4. Se poate considera că este asigurată realizarea clasei de beton prevăzute , dacă rezistenţa evaluată pentru vârsta de 28 zile conform datelor din tabelul VI.3.2. , pe baza mediei obţinute pe cilindri cuburi confecţionate în cadrul unui schimb , este cel puţin egală cu 1,2 clasa betonului .





## EVALUAREA REZISTENŢEI BETONULUI LA 28 ZILE ÎN CONDIŢII NORMALE DE ÎNTĂRIRE

Tabelul VI.3.2.

| $f_{c,28zile,min}$ = f(C) $f_{c,28zile,med}$ | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tipul de ciment utilizat | $t_m$ temperatura medie din primele 7 zile (° C) | Valorile coeficientului " C" , vârsta betonului de încercare " n " zile fiind : | | | | | | |
| | | 3 | 7 | 14 | 28 | 56 | 90 | 180 |
| II B - S32,5 | + 5 | 0,15 | 0,30 | 0,47 | 0,72 | 1,10 | 1,25 | 1,30 |
| II I 32,5 | + 10 | 0,25 | 0,43 | 0,64 | 0,90 | 1,15 | 1,25 | 1,30 |
| II II A - S 32,5 | + 20 | 0,35 | 0,55 | 0,75 | 1,00 | 1,15 | 1,25 | 1,30 |
| SR II A - S 32,5 | + 30 | 0,43 | 0,63 | 0,80 | 1,03 | 1,15 | 1,25 | 1,30 |
| II A - S 32,5 | + 5 | 0,20 | 0,40 | 0,55 | 0,78 | 1,05 | 1,15 | 1,17 |
| | + 10 | 0,35 | 0,55 | 0,73 | 0,95 | 1,10 | 1,15 | 1,17 |
| | + 20 | 0,45 | 0,65 | 0,82 | 1,00 | 1,10 | 1,15 | 1,17 |
| | + 30 | 0,50 | 0,73 | 0,90 | 1,03 | 1,10 | 1,15 | 1,17 |
| I 42,5 | + 5 | 0,30 | 0,50 | 0,67 | 0,85 | 1,05 | 1,10 | 1,12 |
| | + 10 | 0,45 | 0,65 | 0,82 | 0,97 | 1,07 | 1,10 | 1,12 |
| | + 20 | 0,55 | 0,75 | 0,90 | 1,00 | 1,07 | 1,10 | 1,12 |
| | + 30 | 0,63 | 0,80 | 0,93 | 1,02 | 1,07 | 1,10 | 1,12 |

Observaţii :

- Valorile indicate în tabel sunt orientative.
- În cazurile în care în cadrul încercărilor preliminare s-au efectuat determinări la 3 şi 7 zile , sau se dispune de date obţinute pe compoziţii de beton la care s-a folosit acelaşi tip de ciment , criteriile de apreciere orientativă se vor stabili de laborator pe baza analizării rezultatelor înregistrate .
- Pentru valori intermediare se interpolează liniar .

ANEXA VI.4

- Se întocmește la stația de betoane
- Se transmite la conducerea societății și în cazul în care rezultatele sunt necorespunzătoare la I.S.C.L.P.U.A.T.

SINTEZA TRIMESTRIALĂ
A REZULTATELOR PENTRU STAȚII DE BETOANE

Tabelul VI/4.1.

| Nr. crt. | Societate..... | | | | Statia..... | | | | | | Trim. | Anul |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Beton preparat | | | Nr. probe | Nr. probe sub clasa | | Parametrii realizați[1] | | | | Clasa efectivă | Grad de omogenitate |
| | Clasa | Volum m³ | % | n | nr. | % | $x_{min}$ | $\overline{x_n}$ | $f_{ck}$-k | $f_{ck}+\lambda S_n$ | | |
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |

CONCLUZII:

VOLUM DE BETON: total preparat..... m³..... %

GRAD DE OMOGENITATE

din care: -clasă realizată cf. proiect.....m³.....%

I.....m³.....%

-clasă superioară .....m³.....%

II.....m³.....%

-clasă inferioară .....m³.....%

III.....m³.....%

ȘEF STAȚIE, ȘEF LABORATOR,

Observații:

1) Se aplică criteriile de coformitate conform pct.17.2.2.2.C (capitolul 17)



ANEXA VI.4

- Se întocmește de societate (șantier)*;
- Se transmite la conducerea societății* și în cazul în care rezultatele sunt necorespunzătoare la I.S.C.L.P.U.A.T.

SINTEZĂ TRIMESTRIALĂ privind:
Rezultatele înregistrate la LOCUL DE PUNERE ÎN OPERĂ a betonului**;

Tabelul VI.4/2

Județul..... Societate..... Trimestrul Anul

Municipiul..... Șantier.....

| Nr. curent. | Clasa betonului | Volum (mc) | Număr probe | | | Nr. probe sub C | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | conf. COD | prelevate | % 4/3x100 | n | % | |
| 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | Total | | X | | X | | X | |

DIRECTOR, ȘEF COMPARTIMENT CONTROL CALITATE,

NOTĂ: (*) - în cazul în care societatea are în compunere mai multe șantiere
(**) - criteriile de conformitate pentru clasa betonului conf. 17.2.2.2. pct. A și B.

- Se întocmeşte de societate (şantier)*;
- Se transmite la conducerea societăţii* şi in cazul in care rezultatele sunt necorespunzătoare la I.S.C.L.P.U.A.T.

SINTEZĂ TRIMESTRIALĂ privind:

Aprecierea calităţii betonului, pe baza buletinelor unice, întocmite în vederea recepţiei structurilor de rezistenţă, conf. Anexa VI/2 pct. 16...19.

Tabelul VI.4.3

| Judeţul<br>Municipiul | | Societate.....<br>Şantier*..... | | Trimestrul | Anul |
|---|---|---|---|---|---|
| Nr crt. | Denumirea investiţiei | nr. obiecte sau părţi de obiecte** | Denumirea obiectelor sau a părţilor de obiecte cu beton necoresp | | |
| | | supuse recepţiei | din care cu beton coresp. | | |
| 0 | 1 | 2 | 3 | | 4 |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | X | | | | X |

DIRECTOR, ŞEF COMPARTIMENT CONTROL CALITATE,

NOTĂ: (*) - în cazul în care societatea are în compunere mai multe şantiere

(**) - prin contract între beneficiar şi executant se poate efectua recepţia structurii de rezistenţă pe tronsoane,nivele,etc.

MINISTERUL LUCRĂRILOR PUBLICE ŞI AMENAJĂRII TERITORIULUI

**ORDIN nr. 59/N**
**din 24.08.1999**

Având în vedere:

Avizul Comitetului Tehnico-Ştiinţific al MLPAT nr. 58/02.08.1999

În temeiul Hotărârii Guvernului nr. 456/1994 republicată privind organizarea şi funcţionarea Ministerului Lucrărilor Publice şi Amenajării Teritoriului,

În conformitate cu Hotărârea Parlamentului nr. 6/1998 şi a Decretului nr. 132/1998, Ministrul Lucrărilor Publice şi Amenajării Teritoriului emite următorul:

**ORDIN**

**Art.1.** - Se aprobă "**Cod de practică pentru executarea lucrărilor din beton, beton armat şi beton precomprimat**", indicativ NE 012-99.

**Art.2.** - Partea I a Codului de practică înlocuieşte şi anulează "C 140-86, Normativ pentru executarea lucrărilor de beton şi beton armat", elaborat de INCERC.

- Partea a II-a a Codului de practică înlocuieşte şi anulează "C 21-85, Normativ pentru executarea lucrărilor de beton precomprimat" şi respectiv "C 206-85, Instrucţiuni tehnice pentru aplicarea procedeului de precomprimare prin înfăşurare cu maşina PROCEQ", elaborate de INCERC.

**Art.3.** - Codul de practică de la art.1 se publică în Buletinul Construcţiilor şi în broşură separată de către INCERC Bucureşti.

**Art.4.** - Prezentul ordin intră în vigoare la data publicării lui în Buletinul Construcţiilor.

**Art.5.** - Direcţia de Programe de Cercetare şi Reglementări Tehnice va duce la îndeplinire prezentul ordin.

**MINISTRU,**
**NICOLAE NOICA**



MINISTERUL LUCRĂRILOR PUBLICE ŞI AMENAJĂRII TERITORIULUI
DIRECŢIA PROGRAME CERCETARE ŞI REGLEMENTĂRI TEHNICE

# COD DE PRACTICĂ

# PENTRU EXECUTAREA LUCRĂRILOR DIN BETON, BETON ARMAT ŞI BETON PRECOMPRIMAT

## INDICATIV NE 012-99

## Partea B : Beton precomprimat

**Elaborat de:**
INSTITUTUL NAŢIONAL DE CERCETARE - DEZVOLTARE ÎN CONSTRUCŢII ŞI ECONOMIA CONSTRUCŢIILOR - INCERC BUCUREŞTI
DEPARTAMENTUL PROTECŢIE ANTISEISMICĂ ŞI SIGURANŢĂ STRUCTURALĂ, LABORATORUL BAP
DIRECTOR GENERAL: Dr.ing. Radu PASCU
**Colectiv de elaborare:**
prof.dr.ing. Augustin POPĂESCU
ing. Mihail PACHIŢAC
ing. Vasile ŞVEICA

**Colaborator:**
ing. Neculai GĂINĂ

**Avizat de:** Direcţia Programe de Cercetare şi Reglementări Tehnice

**Director:** ing. Octavian MĂNOIU
**Responsabil temă:** ing. Sabina STAN

## CUPRINS


Cap. 1 PREVEDERI GENERALE ..... 6
Domeniul de aplicare ..... 6
Condiţii generale privind executarea lucrărilor din beton precomprimat ..... 7
Cap. 2 COFRAJE, TIPARE, SUSŢINERI PENTRU COFRAJE ..... 8
Cap. 3 ARMĂTURI PRETENSIONATE ..... 9
**Generalităţi** ..... 9
Manipulare, transport şi depozitare ..... 10
Pregătiri pentru confecţionarea armăturii pretensionate ..... 12
Confecţionarea şi poziţionarea armăturilor preîntinse ..... 13
Confecţionarea armăturii postîntinse ..... 14
Realizarea canalelor pentru armături postîntinse ..... 16
Montarea armăturilor postîntinse ..... 19
Cap. 4 ANCORAJE, BLOCAJE ..... 20
Cap. 5 CERINŢE ŞI CRITERII DE PERFORMANŢĂ PRIVIND BETONUL PENTRU ELEMENTE/STRUCTURI DIN BETON PRECOMPRIMAT ..... 22
Cap. 6 EXECUTAREA ROSTURILOR LA ELEMENTELE SAU CONSTRUCŢIILE DIN BOLŢARI SAU PANOURI PREFABRICATE, ASAMBLATE PRIN PRECOMPRIMARE ..... 24
Cap. 7 PRETENSIONAREA ARMĂTURILOR ..... 27
Armături preîntinse ..... 27
Armături postîntinse ..... 32
Cap. 8 REALIZAREA PROTECŢIEI ÎMPOTRIVA COROZIUNII ŞI A ADERENŢEI ARMĂTURILOR POSTÎNTINSE ..... 42
Reguli generale ..... 42
Injectarea ..... 43
Injectarea pe timp friguros ..... 47
Protejarea armăturilor pretensionate exterioare ..... 49
Cap. 9 CONTROLUL CALITĂŢII ŞI RECEPŢIONAREA LUCRĂRILOR DIN BETON PRECOMPRIMAT ..... 50
Cap. 10 MĂSURI PRIVIND TEHNICA SECURITĂŢII MUNCII ŞI PROTECŢIA CONTRA INCENDIILOR ..... 52




## ANEXE


1. Documente de referinţă ..... 54
2. Noţiuni specifice betonului precomprimat ..... 56
3. Detalii şi condiţii tehnice care trebuie specificate în proiectul de execuţie sau caietul de sarcini ..... 59
4. Caracteristicile principale ale procedeelor INCERC de precomprimare cu armătură postîntinsă ..... 62
5. Dispozitive elaborate de INCERC pentru confecţionarea şi montarea armăturilor şi protecţia prin injectare ..... 66
6. Realizarea canalelor pentru fascicule conform anexei 4 ..... 68
7. Executarea şi recepţionarea ancorajelor metalice tip inel-con şi dorn . 73
8. Blocaj individual cu manşon şi bacuri pentru toron 7$\phi$4 mm pentru armături preîntinse ..... 82
9. Instalaţii de pretensionare pentru armături preîntinse, elaborate de INCERC ..... 83
10. Instalaţii de pretensionare pentru armături postîntinse, elaborate de INCERC ..... 84
11. Determinarea coeficienţilor de frecare (k, $\mu$), a modulului de elasticitate (E) şi a alungirilor ($\Delta$l) ..... 86
12. Modul de întocmire a fişei de pretensionare pentru armături postîntinse ..... 89
13. Determinarea caracteristicilor amestecului de injectare ..... 91
14. Modul de întocmire a fişei de injectare ..... 94

# COD DE PRACTICĂ PENTRU EXECUTAREA LUCRĂRILOR DIN BETON, BETON ARMAT ŞI BETON PRECOMPRIMAT

## Partea B: Beton precomprimat

## 1. PREVEDERI GENERALE

*Domeniul de aplicare*

**1.1** Prevederile părţii B a Codului de practică pentru executarea lucrărilor din beton, beton armat şi beton precomprimat se referă la executarea şi recepţia construcţiilor şi elementelor de construcţie din beton precomprimat, la care precomprimarea se realizează cu armături din oţel pretensionate, utilizându-se procedee INCERC.

**1.2** Prevederile codului de practică vor fi adaptate şi completate prin reglementări specifice (sau în lipsa acestora prin caiete de sarcini sau specificaţii tehnice întocmite de proiectanţi) în următoarele cazuri:

- construcţii cu armături pretensionate cărora nu li se asigură aderenţa cu betonul pe întreaga lungime;
- construcţii supuse la presiuni exercitate de lichide sau gaze;
- construcţii supuse la acţiunea sistematică a unor temperaturi în afara domeniului $-35^0C$ ... $+50^0C$;
- construcţii aflate în prezenţa surselor radioactive, de exemplu centrale nuclearo-electrice;
- construcţii amplasate în medii agresive naturale şi industriale pentru care nu au fost încă stabilite, prin reglementări, sisteme adecvate de protecţie;
- construcţii cu structuri de rezistenţă deosebite sau condiţii speciale de exploatare pentru care se elaborează reglementări specifice;
- construcţii executate după proiecte întocmite în străinătate şi care au la bază fie standarde internaţionale şi europene, fie norme naţionale.

**1.3** Respectarea prezentelor prevederi este obligatorie pentru investitorii, proiectanţii şi executanţii de construcţii sau elemente din beton precomprimat care utilizează procedee INCERC.

**1.4** *La executarea şi recepţia construcţiilor şi elementelor de construcţii din beton precomprimat care sunt realizate cu alte materiale sau procedee de precomprimare se vor considera prevederile aplicabile din prezentul cod de practică, şi prevederile conţinute în agrementele tehnice care permit utilizarea lor, precum şi cele din specificaţiile tehnice ale producătorilor/elaboratorilor acelor materiale sau procedee.*

Agrementele tehnice pentru procedee şi materiale (produse) pentru precomprimare se elaborează conform Regulamentului privind agrementul tehnic pentru produse, procedee şi echipamente noi în construcţii (H.G.R. nr. 766/1997) şi a următoarelor ghiduri:

- Ghid privind metodologia de agrementare a armăturilor pentru precomprimări utilizate la construcţii civile, industriale şi speciale - GAT 253 (M.L.P.A.T.)
- Ghid privind metodologia de agrementare a ancorajelor şi sistemelor de blocare pentru precomprimare utilizate la construcţii civile, industriale şi speciale – GAT 254 (M.L.P.A.T.).

**Documente de referinţă**

**1.5** Documentele de referinţă sunt prezentate în anexa 1.

**Termeni, notaţii**

**1.6** Terminologia specifică este definită în anexa 2.

*Condiţii generale privind executarea lucrărilor din beton precomprimat*

**1.7** Lucrările din beton precomprimat se vor executa numai pe bază de proiect elaborat de către o unitate de proiectare specializată şi verificat de către specialişti verificatori de proiecte atestaţi.

**1.8** Procedeele INCERC de precomprimare, utilajele şi dispozitivele de pretensionare sunt cuprinse în anexele 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 şi 13.

**1.9** Produsele prevăzute în procedeele de precomprimare INCERC vor avea certificarea de conformitate a calităţii prin terţă parte, conform prevederilor Regulamentului privind certificarea de conformitate a calităţii produselor folosite în construcţii (H.G.R. nr. 766/1997).

**1.10** Executarea lucrărilor de precomprimare va fi încredinţată unor agenţi economici care pot asigura nivelul de calitate corespunzător cerinţelor pentru structuri de construcţii din beton precomprimat printr-un sistem de calitate certificat, cu responsabili cu execuţia lucrărilor atestaţi.

Lucrările de precomprimare (pretensionare, injectare) vor fi executate numai de echipe având cel puţin un membru cu atestarea profesională de specialitate, eliberată de INCERC şi aflată în termenul de valabilitate.

Executantul este, de asemenea, obligat să verifice existenţa în proiect cel puţin a datelor menţionate în anexa 3.

**1.11** Investitorii au obligația să verifice executarea corectă a lucrărilor, prin diriginți de specialitate sau agenți economici de consultanță specializați.

**1.12** Proprietarii construcțiilor din beton precomprimat au următoarele obligații:

- să efectueze la timp lucrările de întreținere și de reparare
- să asigure urmărirea comportării în timp a construcțiilor și să solicite, după caz, inspectarea extinsă privind starea de durabilitate, expertizarea tehnică, proiectul de consolidare la institute de cercetare sau unități specializate, specialiști atestați
- să efectueze lucrările de consolidare sau de reparare necesare pe bază de proiecte întocmite și verificate potrivit reglementărilor legale.

## 2. COFRAJE, TIPARE, SUSȚINERI PENTRU COFRAJE

**2.1** Cofrajele, tiparele și susținerile lor, utilizate la lucrările din beton precomprimat, se vor executa numai pe baza unor desene de execuție întocmite de unități de proiectare în conformitate cu prevederile din STAS 7721-90 precum și a celor din partea A – Beton și beton armat - a codului de practică.

**2.2** Pentru cofrajele elementelor structurale din beton precomprimat, abaterile vor fi precizate în proiect sau se vor stabili de executant pe baza clasei de precizie indicată în proiect. De regulă, pentru cofrajele din lemn clasa de precizie nu va fi mai mare ca CP 7, elementele rezultate situându-se în general în clasa imediat inferioară.

**2.3** În afara cerințelor din partea A a codului de practică, cofrajele, tiparele și susținerile trebuie să îndeplinească și următoarele condiții specifice lucrărilor din beton precomprimat:

- să permită montarea și demontarea dispozitivelor de deflectare a armăturilor preîntinse;
- să permită fixarea sigură și în conformitate cu proiectul, a pieselor înglobate din zonele de capăt (plăci de repartiție, trompete de racordare, teci), iar piesele de asamblare temporară, care traversează betonul, să poată fi eliminate fără dificultate;
- să permită o compactare corespunzătoare în zonele de ancorare a armăturilor pretensionate;
- să permită scurtarea elastică la precomprimare și intrarea în lucru a greutății proprii;



- să asigure posibilitatea de deplasare și poziții de lucru corespunzătoare pentru personalul care execută turnarea și compactarea betonului, evitându-se circulația pe armăturile pretensionate;
- susținerile pentru cofraje vor permite accesul și amenajarea platformelor de lucru pentru efectuarea pretensionării și injectării în cazul în care acestea nu pot fi rezolvate de pe părți deja executate ale construcției.

**2.4** În cazul cofrajelor pentru elemente sau construcții din beton precomprimat care trebuie să asigure etanșeitatea la apă sau gaze se va evita trecerea prin beton a pieselor de legătură ale cofrajelor. Dacă acest lucru nu este posibil, se vor adopta soluții verificate prin experimentări concludente în ceea ce privește posibilitatea de etanșare a zonelor traversate de legăturile utilizate.

Utilizarea materialelor chimice de etanșare din import se va face pe bază de agrement tehnic.

**2.5** Platformele de lucru ale cofrajelor glisante vor trebui să permită depozitarea și montarea tecilor pentru fascicule, precum și controlul continuității lor.

## 3. ARMĂTURI PRETENSIONATE

**Generalități**

**3.1** Produsele din oțel destinate utilizării ca armături pretensionate vor trebui să îndeplinească cerințele și criteriile de performanță din specificația tehnică ST 009 – 1996 (poz. 10 – anexa 1).

**3.2** Proiectantul poate prevedea prin caietul de sarcini verificări suplimentare față de prevederile din specificația tehnică ST 009 – 1996, specificând reglementarea tehnică în baza căreia acestea se vor efectua.

**3.3** Înlocuirea oțelului adoptat în proiect cu un altul, se poate face numai cu aprobarea proiectantului sau expertului, chiar dacă înlocuitorul prezintă caracteristici superioare.

**3.4** *Folosirea armăturilor de pretensionare din import se va face pe bază de agrement tehnic, conform Ghidului privind metodologia de agrementare a armăturilor pentru precomprimări utilizate la construcții civile, industriale și speciale – GAT 253 (M.L.P.A.T.). În absența unor date privind lungimea de transmitere ($l_t$) și de ancorare ($l_{an}$), acestea se vor determina de un*

*laborator autorizat, cu respectarea normelor românești și cu luarea în considerare a normelor naționale din țara de origine a oțelului în cazuri speciale.*

**3.5** Produsele din oțel care prezintă protecții permanente împotriva coroziunii, aplicate în fabrică, vor corespunde prevederilor din caietele de sarcini ale proiectelor, atât în privința caracteristicilor oțelului și ale protecțiilor, cât și în privința condițiilor de recepție la executant. Dacă aceste oțeluri se utilizează fără o protecție suplimentară, la acordarea agrementelor tehnice se vor analiza și rapoartele privind încercările referitoare la eficiența protecției împotriva coroziunii atât în câmp curent cât și, mai ales, în zona de ancorare, pe toată durata de viață a construcției.

**3.6** Produsele din oțel pentru armăturile pretensionate care vor fi supuse unor prelucrări mecanice necesare sistemului de ancorare (ambutisare, filetare ș.a.) vor satisface, în afara prevederilor din specificația tehnică ST 009 - 1996, și cerințele specifice acestor prelucrări, care vor fi stabilite de elaboratorul procedeului.

**Manipulare, transport și depozitare**

**3.7** La transportul și depozitarea produselor din oțel destinate utilizării ca armături pretensionate se vor respecta prevederile prezentate în continuare:

a) Transportul se va efectua în vagoane închise sau în autocamioane prevăzute cu prelate; aceste vehicule vor fi în prealabil curățate de resturi care pot produce fenomene de coroziune sau de murdărire a oțelului, și în mod special de produse petroliere (vaseline, uleiuri).

b) Depozitarea se va face pe loturi și diametre, în spații închise, ventilate corespunzător, pe suporți care să prevină contactul cu pardoseala sau cu materiale corozive. Modul de amplasare va permite accesul la fiecare stivă, pentru controlul periodic.

c) În cazul spațiilor de depozitare fără agresivitate sau cu agresivitate foarte slabă și în care umiditatea este sub 60% nu se iau măsuri suplimentare de protecție.

d) În cazul amplasării depozitului în medii cu agresivitate slabă sau medie și a prezenței în interiorul acestuia a unei umidități ce depășește 60%, duratele maxime de depozitare sunt următoarele:



| **Agresivitate*** | | **slabă și depozite amplasate la 500 ... 5000 m de la țărmul Mării Negre** | **medie și depozite amplasate la mai puțin de 500 m de la țărmul Mării Negre** | **puternică** |
|---|---|---|---|---|
| Durata maximă de depozitare (zile) | Armături postîntinse neprotejate | 90 | - | este interzisă depozitarea |
| | Armături postîntinse protejate | 365 | 60 | este interzisă depozitarea |
| | Armături preîntinse | 120 | - | este interzisă depozitarea |

* definire conform instrucțiunilor C170-87

Intervalele menționate pot fi depășite numai dacă se folosesc protecții temporare cu caracter de lungă durată, stabilite de un institut de specialitate, precum și în cazul oțelurilor cu protecții definitive.

e) Pentru colacii și tamburii prevăzuți cu ambalaje speciale de protecție, aplicate în uzină, se va da o deosebită atenție ca, la transport, manipulare și depozitare, ambalajul să nu fie deteriorat; dacă s-a produs deteriorarea ambalajului se vor respecta în continuare prevederile pentru armătura neprotejată. Periodic, se va verifica, pe colaci de probă, eficiența ambalajului pentru condițiile efective de depozitare.

f) La transportul, manipularea și depozitarea oțelurilor se vor lua măsurile necesare pentru a preveni:

- zgârierea, lovirea sau îndoirea;
- murdărirea cu pământ, materii grase, praf ș.a.;
- contactul cu materialul incandescent provenind de la activități de sudare, de tăiere, sau de încălzire cu flacăra aparatelor de sudare autogenă;
- acoperirea prelungită cu diverse materiale care pot menține umezeala.

g) Se interzice manipularea și transportul armăturilor prin tragere/târâre pe pământ.

h) Barele vor fi livrate în formă rectilinie și vor fi manipulate, transportate și depozitate astfel încât să-și păstreze forma. Eventualele

prelucrări de la capete se vor proteja prin manşoane sigure împotriva degradărilor mecanice sau din coroziune.

*Pregătiri pentru confecţionarea armăturii pretensionate*

**3.8** În cadrul lucrărilor pregătitoare sunt incluse următoarele operaţii:

a) Verificarea existenţei certificatului de calitate al lotului de oţel din care urmează a se executa armătura; dacă există îndoieli asupra respectării condiţiilor de transport şi depozitare - semnalate de existenţa ruginei, murdăririi, deformării ş.a. - se vor efectua încercări de verificare a calităţii în conformitate cu prevederile din standardele de produs de către unitatea de producţie sau un laborator autorizat, pentru a avea confirmarea că nu au fost influenţate defavorabil caracteristicile fizico-mecanice ale armăturilor. În toate cazurile de incertitudine asupra aprecierii stării de coroziune şi a consecinţelor acesteia, se va cere avizul unui institut de specialitate.

b) Suprafaţa oţelului se va curăţa de impurităţi, de stratul de rugină superficială neaderentă şi se va degresa (unde este cazul), pentru a se asigura o bună ancorare în blocaje, beton sau mortarul de injectare.

c) Armăturile care urmează să fie tensionate simultan vor proveni, în limita posibilităţilor, dintr-un acelaşi lot.

d) Porţiunile de armătură care au suferit o îndoire locală, rămânând deformate, nu se vor utiliza, fiind interzisă operaţia de îndreptare.

Porţiunile de armătură pretensionată (sârme, toroane) care au fost ciupite de arcul electric al aparatului de sudură se vor îndepărta.

Barele de oţel superior care în timpul transportului sau al depozitării au suferit o uşoară deformare (sub 5 cm/m), se vor îndrepta mecanic, la temperatura mediului ambiant, dar cel puţin + $10^0$C.

e) Se va evita rebobinarea sârmelor şi toroanelor, în diverse scopuri tehnologice, la diametre de rulare mai mici decât cele de livrare.

**3.9** Pentru cazul în care controlul efortului de pretensionare se face şi prin alungirea armăturii, este necesară cunoaşterea valorii modulului de elasticitate al armăturii.

Pentru armături pretensionate individual, modulul de elasticitate se va determina de către un laborator de specialitate, în conformitate cu prevederile din STAS 6605-78.

În cazul fasciculelor postîntinse specificate în anexa 4, se va considera un modul de elasticitate global egal cu $1{,}92\times10^5$ N/mm$^2$, limitele de variaţie putând fi de ± 2%. Pentru alte tipuri de fascicule, acest modul de elasticitate va fi indicat de elaboratorul tipului de fascicul respectiv sau se va determina de



către laboratoare de încercări autorizate. La construcţii importante sau în cazul în care sunt condiţii adecvate (fascicule cu trasee rectilinii sau cu curburi constante), se recomandă ca valoarea reală a modulului de elasticitate global să se determine pe şantier, odată cu determinarea pierderilor de tensiune prin frecare pe traseu.

**3.10** Se vor asigura dispozitivele de derulare şi debitare care corespund tipului de armătură ce urmează a se confecţiona, în ceea ce priveşte precizia la lungime şi la înclinarea secţiunilor de tăiere (mai exigente, de exemplu, în cazul armăturilor la care se realizează bulbi la capete).

*Confecţionarea şi poziţionarea armăturii preîntinse*

**3.11** Modul de confecţionare şi poziţionare a armăturii preîntinse precum şi a celorlalte armături şi piese înglobate, după caz, va face, de regulă, obiectul proiectului tehnologic al elementului din beton precomprimat.

**3.12** Tăierea la lungime se va face astfel încât să nu se producă deformări ale secţiunii de tăiere care să împiedice introducerea armăturii prin ecranele de distanţare, în blocajele de inventar ale instalaţiilor de pretensionare sau alte operaţii tehnologice. La debitare se recomandă să se elimine zonele de toron în care s-a înnădit una din sârmele componente, dacă aceste zone pot fi identificate.

**3.13** Se va da o atenţie deosebită pentru evitarea murdăririi armăturilor prin contactul cu porţiunile unse ale pereţilor tiparelor sau ale platformelor de turnare.

**3.14** Abaterile la poziţionarea în secţiunea elementului a armăturilor pretensionate, nu vor depăşi 3 mm faţă de poziţia din proiect, dacă nu se specifică altfel. Referitor la grosimea stratului de beton de acoperire a armăturilor preîntinse se evidenţiază faptul că nu sunt permise toleranţe negative.

**3.15** Pentru aşezarea şi păstrarea armăturilor preîntinse în poziţia din proiect, se vor utiliza ecrane metalice de distanţare. În tehnologia de stend unele din aceste ecrane sunt fixe şi altele deplasabile. Diametrul găurilor din ecrane va fi mai mare decât diametrul armăturii preîntinse cu 1 ... 2 mm în cazul sârmelor şi cu 2 ... 3 mm în cazul toroanelor.

**3.16** Dispozitivele de blocare la capetele stendului, respectiv ale tiparelor metalice, se vor plasa astfel încât deviera maximă a armăturii de la ultimul distanţier să nu depăşească panta de 1/10.

**3.17** Pentru a permite aranjarea în poziție a armăturilor nepretensionate se admite pretensionarea în două etape. Forța de pretensionare din prima etapă se va stabili în funcție de tehnologia de execuție adoptată, dar nu va depăși 40% din forța de control prescrisă. Armăturile nepretensionate se vor monta, poziționa și lega cu sârmă neagră moale, iar după efectuarea acestor operații se poate trece la pretensionarea definitivă pentru realizarea forței de control.

Nu se admit sisteme de poziționare a armăturilor pretensionate sau nepretensionate la care piesele metalice ajung la fața betonului.

**3.18** La armăturile preîntinse realizate sub formă de bare îmbinate prin manșoane filetate, tronsoanele de bare vor fi marcate și montate în succesiunea verificată în prealabil, iar lungimile de înfiletare se vor verifica înainte de pretensionare.

**3.19** Dacă se utilizează dispozitive de îmbinare a armăturii, acestea vor fi amplasate astfel încât să permită alungirea liberă a armăturii și să nu antreneze tiparele în timpul pretensionării. Dispozitivele respective vor avea capacitatea de rezistență cel puțin egală cu 92% din forța de rupere a armăturii îmbinate.

*Confecționarea armăturii postîntinse*

**3.20** La tăierea sârmelor, toroanelor sau barelor, în vederea confecționării armăturii postîntinse, se vor utiliza scule și dispozitive care nu deformează extremitățile acestora, pentru a nu produce deteriorarea tecilor la introducerea armăturii în canale, precum și pentru a permite efectuarea corectă a unor operațiuni ulterioare (realizarea bulbilor, montarea unor dispozitive de avans ș.a.).

Se vor lua precauțiile necesare pentru ca oțelul să nu fie murdărit cu pământ, materii grase ș.a., să nu fie îndoit sau zgâriat în timpul operațiilor de tăiere și confecționare.

**3.21** La fasciculele la care sârmele se blochează în ancoraje înainte de pretensionare, nu este necesară îndepărtarea protecției temporare.

La celelalte tipuri de fascicule, protecția temporară se va păstra numai dacă este imperios necesară datorită mediului de lucru coroziv, precum și dacă sârmele vor putea fi degresate în zona de prindere în prese și în ancorajele definitive.

**3.22** Măsurile minime care trebuie avute în vedere la confecționare și poziționare, pentru a se evita degradarea protecțiilor definitive ale armăturilor, vor fi indicate de producătorul armăturilor sau de proiectant prin caietul de



sarcini, executantul urmând a le adapta și completa în funcție de tehnologiile de lucru utilizate.

**3.23** Fasciculele ca și toroanele individuale se execută în ateliere centrale permanente ale unităților specializate în lucrări de beton precomprimat, în ateliere temporare de șantier sau prin împingerea directă, în canale, a armăturii derulată progresiv din colac și tăierea succesivă la lungime (dacă procedeul aplicat permite această operație).

Dotarea atelierelor va depinde de capacitatea medie de producție, precum și de tipul fasciculelor ce urmează a se realiza. În anexa 5 sunt prezentate caracteristicile unor utilaje care pot intra în dotarea atelierelor de confecționare a fasciculelor având caracteristicile prezentate în anexa 4 sau similare acestora.

Fasciculele și toroanele individuale executate în ateliere centrale vor fi însoțite, la livrare, de un certificat de calitate care va conține, în mod obligatoriu, numărul certificatului de calitate al sârmelor din care au fost confecționate fasciculele, respectiv al toronului.

**3.24** Lungimea de tăiere a sârmelor care alcătuiesc fascicule de tipul celor din anexa 4 se va determina prin adăugarea la lungimea fasciculului măsurată între suprafețele de rezemare ale ancorajelor, a lungimilor minime indicate la pct. 25 și 26 din tabelul din anexă. Dacă tăierea urmează să se facă cu aparatul de sudură se vor adăuga încă minimum 30 mm (zonă influențată de temperatură).

**3.25** Fasciculele din sârme paralele (anexa 4), ancorate în secțiune circulară (ancoraje tip inel-con), se realizează fără elemente de ordonare (resort sau rozete ștanțate).

**3.26** Asamblarea sârmelor sub formă de fascicul se va face prin legături de sârmă moale de 1,5 mm diametru, la capete și la distanțe de circa 200 mm. Se recomandă ordonarea sârmelor la capetele fasciculelor prin legare succesivă, continuă cu sârmă de circa 1 mm diametru. Legăturile de sârmă intermediare se pot elimina sau reduce ca număr prin răsucirea elicoidală a fasciculului, cu un pas de circa 250 mm. Toate legăturile de sârmă vor avea capetele îndoite spre interiorul fasciculului, pentru a nu împiedica introducerea în teci.

**3.27** *Pentru fascicule de alte tipuri decât cele din anexa 4, datele (condiții, criterii de performanță) privind confecționarea armăturilor postîntinse trebuie prevăzute în proiect (caiet de sarcini) pe baza datelor din agrementul tehnic.*

În cazul în care pe şantier se utilizează fascicule din loturi diferite de SBP, este necesar să se prevadă marcări corespunzătoare, iar depozitarea să se facă pe tipuri de fascicule.

**3.28** Pentru transport şi depozitare, fasciculele neintroduse în teci pot fi rulate cu dispozitive manuale sau mecanice (anexa 5). Diametrul de rulare se recomandă să fie de minimum 2100 mm în cazul fasciculelor executate din sârmă cu diametrul de 5 mm şi de minimum 2300 mm în cazul sârmelor cu diametrul de 7 mm.

Se pot rula şi fascicule introduse în ţevi de polietilenă; în acest caz diametrul de rulare va fi determinat de rigiditatea ţevii şi a numărului de sârme din fascicul, stabilindu-se prin încercări.

Diametrul de rulare a fasciculelor în teci speciale din tablă, procurate din import, va fi indicat de producător sau de elaboratorul procedeului de precomprimare care le utilizează.

*Realizarea canalelor pentru armături postîntinse*

**3.29** Canalele în care se introduc armături postîntinse se execută conform prevederilor din proiect prin înglobarea unor teci flexibile din tablă de oţel, ţevi din material plastic sau din oţel cu pereţi subţiri. Pentru procedeele indicate în anexa 4, canalele (care pot fi „căptuşite" sau „necăptuşite") se vor realiza conform datelor din anexele 4 şi 6.

**3.30** Canalele şi tecile aferente procedeelor de precomprimare utilizate în ţară trebuie să răspundă următoarelor cerinţe principale:

- asigurarea obţinerii razelor de curbură în concordanţă cu prevederile proiectului
- asigurarea protecţiei armăturii pretensionate împotriva coroziunii; în aceast sens, este interzisă utilizarea tablei zincate la fabricarea tecilor
- rigiditatea transversală a tecilor va trebui să fie în concordanţă cu solicitările provenite din etapele de execuţie; grosimea tablei va fi de minim 0,2 mm pentru tecile de diametru mic şi se va spori până la 0,6 mm pentru diametrele mari
- raportul între diametrul canalului şi cel al fasciculului trebuie să permită introducerea armăturii pretensionate şi injectarea în bune condiţii a suspensiei de ciment; diametrul interior al tecii trebuie să fie cu minim 10 mm mai mare decât cel al fasciculului, iar aria secţiunii interioare a tecii va fi de cel puţin două ori mai mare decât cea a armăturii



- asigurarea realizării unor legături bune cu trompetele în zonele de capăt
- asigurarea etanşeităţii în sensul împiedicării pătrunderii apei în interior
- asigurarea corespunzătoare a marcării, ambalării, manipulării, transportului şi depozitării.

**3.31** Utilizarea tecilor din material plastic este permisă numai la elemente care nu se calculează la oboseală şi cu condiţia ca în exploatare temperatura să nu depăşească +40°C. De asemenea, în cazul acestor teci nu se va utiliza tratamentul termic pentru întărirea betonului. Dacă tecile din material plastic prezintă ondulaţii transversale la interior şi exterior, se poate renunţa la restricţia privind elementele calculate la oboseală.

**3.32** Înlocuirea tipului de canal/teacă prevăzut în proiect se va putea face numai cu avizul proiectantului.

**3.33** Se vor utiliza teci cu rigiditate transversală sporită în cazul unor condiţii mai grele de execuţie în ceea ce priveşte pozarea acestora, introducerea fasciculelor, turnarea şi compactarea betonului ş.a.

De asemenea, se vor utiliza teci mai rigide şi cu un număr cât mai redus de îmbinări când grosimea stratului de acoperire cu beton sau alte condiţii nu permit intervenţia ulterioară pentru deblocarea zonelor de teacă obturate la betonare.

**3.34** Racordurile (teurile) pentru injectare şi pentru aerisire, amplasate în conformitate cu prevederile din capitolul 8, vor fi racordate la tecile ce căptuşesc canalul astfel încât să nu reducă din diametrul interior al acestuia. O soluţie posibilă este utilizarea unui manşon sau semimanşon, prevăzut cu ţeavă pentru injectare/aerisire, aplicat peste teacă; găurirea acestuia se va face înainte de injectare cu o unealtă adecvată introdusă prin ţeavă.

În elementele realizate din tronsoane, racordurile pentru injectare/aerisire pot fi amplasate în rosturile dintre tronsoane.

**3.35** Toate îmbinările între teci trebuie asigurate împotriva deplasărilor relative în timpul diverselor operaţii tehnologice (introducerea fasciculelor, betonare). În acest scop se pot utiliza manşoane exterioare similare tecilor, manşoane fixate cu bandă adezivă sau alte sisteme sigure.

Asamblarea cu mufă (mamă-tată) a tecilor din material plastic se va face în acelaşi sens pe toată lungimea canalului, pentru a uşura introducerea fasciculelor (dinspre partea tată).

**3.36** În absența datelor de proiect abaterile la poziționarea tecilor față de traseul din proiect, se vor încadra în următoarele limite:

a) pe direcția înălțimii elementului (h):

- pentru înălțimi până la 200 mm *) .....± 0,02 h
- pentru înălțimi cuprinse între 200 și 1000 mm .....± 5 mm
- pentru înălțimi mai mari ca 1000 mm .....± 10 mm

b) pe direcția lățimii elementului:

- pentru lățimi până la 200 mm *) .....± 5 mm
- pentru lățimi cuprinse între 200 și 1000 mm.....± 10 mm
- pentru lățimi mai mari ca 1000 mm .....± 20 mm.

*) Pentru tecile aflate la marginea secțiunii elementului, aceste abateri vor fi considerate pe direcția respectivă, fără valorile negative.

În cazul mai multor fascicule, depășirea abaterilor individuale, cu excepția celor de la marginea secțiunii, pot fi admise dacă rezultanta centrelor de greutate ale canalelor se încadrează în aceste limite.

În cazul canalelor din bolțarii ce se vor asambla, abaterile la capetele aferente unui rost, nu vor depăși ± 3 mm pentru traseul aceluiași canal. Pentru diferențe între diametrul fasciculului și cel al canalului mai mari de 15 mm sau rosturi mai late de 100 mm, abaterile nu vor depăși ± 5 mm.

**3.37** Dispozitivele de poziționare a tecilor vor fi realizate și amplasate conform prevederilor proiectului sau detaliilor întocmite de executant și avizate de proiectant.

Dispozitivele pot fi independente sau combinate cu elementele componente ale armăturii nepretensionate, cu condiția ca abaterile de montaj ale acestora să nu influențeze defavorabil precizia de poziționare a tecilor.

Distanțele între punctele de rezemare vor fi cuprinse între 500 și 1500 mm, în funcție de rigiditatea longitudinală a tecilor. La tecile extrase distanța poate fi sporită până la 2000 mm. Distanțe mai mari se pot utiliza pe bază de experimentare.

Este obligatorie amplasarea de dispozitive de poziționare în secțiunile de schimbare a curburii traseului.

Elementele orizontale pe care reazemă tecile vor fi realizate din bare OB 37, platbande, profile, alese în funcție de rigiditatea transversală a tecilor. În mod curent, folosirea barelor OB 37 cu diametrul 10 ... 14 mm este satisfăcătoare. La tecile din tablă cu falț sau din polietilenă, fără fascicule în timpul betonării, suprafața de rezemare a tecii pe distanțier va fi mai mare, pentru a se evita deformarea transversală.



Dispozitivele de poziționare trebuie să împiedice și deplasarea ascendentă a ansamblului teacă-fascicul, datorită efectului de flotare a acestuia la betonare și vibrare.

Nu se admit dispozitive de poziționare a tecilor la care piesele metalice ajung la fața betonului.

**3.38** În zonele de capăt, axa canalelor (căptușite sau necăptușite) va fi perpendiculară pe suprafața de rezemare a ancorajelor, pe lungimea prevăzută în proiect sau în specificațiile procedeelor de precomprimare. Pentru procedeele din anexa 4 lungimea respectivă este de 400 mm.

*Montarea armăturilor postîntinse*

**3.39** În cazul canalelor căptușite cu teci din tablă, conform tabelelor 6.1 și 6.2 din anexa 6, sau din material plastic, se recomandă ca fasciculele să fie montate înainte de betonare, sporind astfel rigiditatea transversală și longitudinală a tecilor.

Recomandarea de la alineatul precedent se va corela cu prevederile privind protecția temporară a fasciculelor (cap. 8).

De asemenea, în anotimpurile reci și cu umiditate ridicată se vor adopta (în cazul în care este necesar) alte procedee de sporire a rigidității tecilor (bare sau țevi din oțel, țevi din material plastic de diametru mai mic ș.a.), fasciculele introducându-se ulterior.

**3.40** Introducerea ulterioară a fasciculelor se poate face prin împingere sau prin tragere.

Capătul de avans al fasciculului va fi prevăzut cu o piesă de formă conică ancorată de sârmele fasciculului.

Varianta de montare a fasciculelor prin împingerea în canal, în mod succesiv, a elementelor componente derulate direct din colac, se va aplica în cazul toroanelor, capătul de avans protejându-se cu o piesă conică. Acest procedeu impune ca toronul să poată fi derulat de la interiorul colacului.

**3.41** La fasciculele grele, cu traseu vertical sau cu înclinare mare, se recomandă folosirea unor dispozitive cu tambur și frână (anexa 5), cu care fasciculul să poată fi scos din canal în caz de necesitate.

**3.42** Înainte de închiderea cofrajului este necesar să se verifice starea și poziția tecilor, acesta constituind un punct de staționare pentru care se va încheia un proces-verbal pentru lucrări ascunse, în ceea ce privește:

a) Încadrarea în abateri a traseului realizat față de prevederile proiectului.

b) Deformațiile parazitare (șerpuirea) în plan orizontal sau vertical, între punctele de susținere, aceste deformații putând introduce frecări suplimentare de care nu s-a ținut seama la proiectare.

c) Deteriorări (străpungeri, crăpături, deșirări) nereparate ale tecii.

d) Puncte insuficient etanșate la îmbinări între teci.

e) Montarea racordurilor pentru injectare și pentru aerisire.

În cazul în care se constată neconformități, se vor face remedierile necesare.

**3.43** În perioada dintre montarea armăturii în canale și până la începerea operațiilor de pretensionare și injectare, în scopul prevenirii pătrunderii apei în canale și a coroziunii, este obligatoriu să se protejeze extremitățile aparente ale fasciculului (cu carton bitumat, teci din material plastic ș.a.), și să se etanșeze zona de ieșire a fasciculului din canal.

## 4. ANCORAJE, BLOCAJE

**4.1** Ancorajele și sistemele de blocare pentru precomprimare sunt de regulă considerate ca parte componentă a procedeului de precomprimare, împreună cu armătura pretensionată utilizată.

**4.2** Ancorajele pentru armături postîntinse și blocajele pentru armături preîntinse vor avea capacitate de rezistență cel puțin egală cu forța caracteristică de rupere a armăturii pretensionate, fără deformații semnificative ale pieselor componente.

**4.3** Ancorarea fasciculelor cuprinse în anexa 4 se face cu ancorajele indicate în anexa 7.

**4.4** *Alte tipuri de ancoraje și sisteme de blocare se utilizează pe bază de agrement tehnic.*

**4.5** Ancorajele cu buclă și dorn (anexa 7 – fig. 7.6) nu vor fi utilizate la elementele supuse fenomenului de oboseală.

Se recomandă ca ancorajele cu buclă și dorn să fie introduse în locașuri speciale, umplute cu beton sau mortar pentru protecție, peste care se aplică beton de monolitizare, care trebuie să fie bine ancorat de capătul elementului și armat corespunzător.



**4.6** Ancorarea armăturilor preîntinse se va realiza cu blocaje omologate sau având agrement tehnic, corespunzătoare diverselor tipuri de armături. În anexa 8 este dat un exemplu informativ de blocaj pentru toroane preîntinse 7$\phi$4 mm (TBP 12).

În cazul utilizării toroanelor individuale ca armături postîntinse se vor folosi ancoraje (blocaje) fără sensibilitate la coroziune.

Pentru unele tehnologii specifice anumitor elemente (tuburi, traverse, stâlpi ș.a.) se pot folosi procedee de ancorare speciale, omologate odată cu instalația tehnologică respectivă sau separat.

**4.7** Ancorajele pentru fascicule alcătuite din SBP $\phi$ 7 mm, bazate pe formarea de bulbi la capetele sârmelor, vor trebui să îndeplinească următoarele condiții de acceptare în ceea ce privește bulbii:

- diametrul $10,6 \pm 0,3$ mm
- înălțimea $7 \pm 0,3$ mm
- excentricitatea max. 0,3 mm
- suma deschiderii fisurilor max. 1,5 mm
- cel mult două fisuri înclinate cu mai mult de $30^0$ față de ax;
- nici o fisură înclinată cu mai mult de $60^0$ față de ax.

Se acceptă fascicule la care cel mult 5% din numărul de bulbi nu îndeplinesc condițiile.

**4.8** Sistemele de ancorare a fasciculelor, prin înglobarea unuia din capete în beton, se vor putea utiliza și fără omologare, pe bază de experimentări executate de un institut de specialitate sau laborator autorizat/acreditat pentru încercări în acest domeniu și avizul expertului (specialist în domeniu).

**4.9** La elaborarea agrementului tehnic pentru armături preîntinse se va verifica siguranța ancorării și sub efectul vibrării pentru compactarea betonului.

**4.10** Părțile componente ale ancorajelor și blocajelor vor fi manipulate și păstrate în condiții care să evite deteriorarea sau coroziunea.

**4.11** Pe baza unor verificări periodice se vor îndepărta blocajele care nu mai corespund în ceea ce privește siguranța ancorării armăturilor preîntinse și încadrarea în valorile limită ale lunecărilor la blocare.

## 5. CERINȚE ȘI CRITERII DE PERFORMANȚĂ PRIVIND BETONUL PENTRU ELEMENTE / STRUCTURI DIN BETON PRECOMPRIMAT

**5.1** Betonul folosit la realizarea elementelor/ structurilor din beton precomprimat trebuie să îndeplinească, următoarele cerințe specifice:

- asigurarea unei clase minime:
  - C 20/25 în cazul elementelor cu armături pretensionate alcătuite din bare având $R_{p0,2} \geq 590$ N/mm$^2$ și $R_m \geq 890$ N/mm$^2$
  - C 25/30 în cazul elementelor cu armături pretensionate trefilate (sârme, toroane, lițe)
- asigurarea unor caracteristici de contracție și curgere lentă cât mai reduse, pentru ca pierderile de tensiune în armăturile pretensionate să fie cât mai reduse
- un conținut de clor sub 0,2% (raportat la masa cimentului) datorită acțiunii corosive a clorului asupra armăturii pretensionate; de asemenea, trebuie evitată folosirea aditivilor în soluție ce conțin cloruri în cantitate mai mare decât apa potabilă
- **asigurarea unei compactități corespunzătoare și continue în tot elementul (structura).**

**5.2** Pentru punerea în operă și tratarea betonului se vor avea în vedere și următoarele prevederi specifice:

a) În cazul în care pentru compactarea betonului se utilizează pervibratoare, se vor lua următoarele măsuri pentru evitarea contactului dintre pervibrator și armăturile pretensionate sau tecile pentru formarea canalelor:

- punctele de introducere a pervibratoarelor se vor marca prin repere vizibile;
- în punctele în care se introduce pervibratorul, se recomandă a se prevedea dispozitive constructive speciale (de exemplu carcase metalice, etrieri și bare), care să împiedice contactul pervibratorului cu tecile pentru armăturile postîntinse;

b) Se va acorda o deosebită atenție la compactarea betonului în zonele de ancorare a armăturilor pretensionate pentru a se obține o umplere cât mai bună, fără deteriorarea și deplasarea armăturilor și pieselor înglobate în beton; în același scop se recomandă utilizarea în aceste zone atât a vibrării de interior, cât și de exterior.



c) La elementele cu armătura preîntinsă, executate în tehnologia de stend, betonarea se va face continuu astfel ca între începerea turnării primului element și terminarea compactării ultimului element din stand să nu se depășească intervalul de 45 minute, la temperaturi de lucru sub 30$^0$ C, pentru a nu se perturba aderența armăturii în elementele turnate anterior. La temperaturi de lucru mai mari de 30$^0$ C se vor adopta măsuri corespunzătoare prin proiect și fișe tehnologice.

d) Se va evita ca - prin scoaterea din betonul proaspăt a unor piese de formare a diverselor goluri sau prin tratamentul termic - să se producă fisuri în lungul armăturilor pretensionate, care au efecte defavorabile asupra aderenței și protecției anticorozive.

e) Se recomandă ca după terminarea betonării, fasciculele de armături introduse în teci să fie mișcate pentru reducerea efectului de blocare în urma eventualelor deformări ale tecilor sau pătrunderii de lapte de ciment, dar în așa fel încât să nu se producă deplasarea sau dislocarea tecilor. De asemenea, se vor deschide racordurile din punctele de nivel minim (unde este cazul) și se va sufla aer pentru îndepărtarea apei și a impurităților.

f) Măsurile de protecție a armăturilor cu protecții permanente, în timpul betonării și a tratamentului de întărire, vor fi stabilite pe baza recomandărilor furnizorului.

g) Tecile fără fascicule în timpul betonării vor fi verificate prin deplasarea, în acestea, a unei piese conice cu un diametru egal cu cel al dispozitivului ce se va monta în capătul de avans al fasciculelor, la montarea acestora.

În cazul construcțiilor realizate prin glisare, această verificare se va face imediat la ieșirea din cofrajul glisant pentru a se putea interveni în timp util, de pe platforma inferioară a cofrajului.

h) Descintrarea elementelor și a construcțiilor din beton precomprimat se va face numai după precomprimarea acestora (parțială sau totală, conform prevederilor proiectului).

i) Nu se vor aplica tratamente de accelerare a întăririi la elementele cu canale căptușite cu materiale plastice.

j) La elementele cu armătură preîntinsă nu se va depăși temperatura de + 60$^0$C, iar perioada de răcire va trebui să permită coborîrea temperaturii elementului sub + 20$^0$C înainte de a se realiza transferul efortului de precomprimare.

k) Armătura va fi protejată de contactul cu aburul sau materialele umede folosite la tratarea betonului.

**5.3** La întocmirea programului de desfăşurare a lucrărilor aferente betonării se vor avea în vedere şi următoarele prevederi referitoare la limitele intervalului de timp din momentul aducerii armăturii din depozit, la punctul de lucru, şi până la executarea protecţiei finale a acesteia:

a) În zone fără agresivitate sau cu agresivitate foarte slabă, armătura se va poziţiona, pretensiona şi proteja în maximum 60 zile, cu condiţia ca de la pretensionare şi până la realizarea protecţiei să nu treacă un interval mai mare de 15 zile. Pentru armăturile preîntinse intervalul de la pretensionare la betonare se recomandă să nu depăşească 48 ore.

b) În zone cu agresivitate slabă precum şi în cele amplasate la o distanţă cuprinsă între 500 m şi 5000 m de la ţărmul Mării Negre, armătura neprotejată cu soluţii de protecţie temporară se va poziţiona, pretensiona şi proteja în maximum 15 zile, cu condiţia ca protecţia finală să se facă în cel mult 5 zile de la pretensionare. Armătura la care protecţia temporară (ulei emulsionabil) poate fi menţinută până la realizarea protecţiei definitive, intervalul total se poate spori până la 45 zile, cu condiţia ca protecţia finală să se facă în maximum 7 zile de la pretensionare.

Agresivitatea mediului se consideră în conformitate cu prevederile din normativul C170-87.

**5.4** În cazurile deosebite în care, prin soluţia de proiectare, intervalele specificate la pct. 5.3 nu pot fi respectate (de exemplu la fasciculele introduse în canale înainte de betonare şi tensionate în diverse faze de execuţie a lucrării), se vor adopta prin proiect măsuri de utilizare a armăturilor pretensionate cu protecţie permanentă.

## 6. EXECUTAREA ROSTURILOR LA ELEMENTELE SAU CONSTRUCŢIILE DIN BOLŢARI SAU PANOURI PREFABRICATE, ASAMBLATE PRIN PRECOMPRIMARE

**6.1** Umplerea rosturilor dintre elementele prefabricate (bolţari sau panouri) se poate face prin:

a) turnare de beton în spaţii largi (100 ... 200 mm)



b) matare sau injectare de mortar în rosturile având grosimea de 15 ... 30 mm pentru elemente cu înălţimea până la 1,50 m şi de 35 ... 55 mm pentru elemente cu înălţimea mai mare de 1,50 m

c) lipirea cu răşini epoxidice, caz în care grosimea rostului nu va depăşi 1 mm; utilizarea răşinilor se va face pe baza agrementului tehnic şi a prevederilor furnizorului;

d) alte metode speciale, pe bază de agrement tehnic.

**6.2** În cadrul aceluiaşi rost, metodele de umplere pot fi combinate, de exemplu injectare sau turnare cu vibrare (în zona cu canale) şi matare în rest.

**6.3** La manipularea, transportul şi depozitarea elementelor prefabricate se vor respecta cu stricteţe prevederile proiectului în ceea ce priveşte poziţia punctelor de agăţare, respectiv a punctelor de rezemare, precum şi modul de realizare a dispozitivului de ridicare.

Depozitarea elementelor prefabricate, precomprimate sau cele ce urmează a se asambla prin precomprimare se va face pe platforme amenajate (de beton, pământ bătătorit) astfel încât să fie exclusă tasarea şi contactul cu pământ sau alte materiale.

**6.4** Bolţarii sau panourile care urmează a fi asamblate prin precomprimare trebuie să îndeplinească următoarele cerinţe:

a) să fie recepţionate fiecare bucată, şi să corespundă prevederilor proiectului;

b) să aibă asigurată poziţia relativă (coincidenţă, continuitate) a canalelor;

c) să fie executate corect feţele din rost şi suprafeţele acestora să nu prezinte ştirbituri, rupturi sau fisuri.

**6.5** Realizarea rosturilor trebuie să satisfacă, după caz, următoarele cerinţe:

a) să asigure legătura între materialul (beton, mortar) din rost cu betonul bolţarilor; acestă legătură se asigură prin amprentarea suprafeţelor, mustăţi de armătură şi armarea cu plase a rostului;

b) să asigure condiţia de etanşeitate (forma rostului să permită aplicarea materialului sau garniturii de umplere);

c) dimensiunile rostului trebuie să permită realizarea îmbinărilor armăturilor nepretensionate şi betonului în condiţii corespunzătoare;

d) rezistenţa betonului din rost va fi superioară cu o clasă rezistenţei betonului din elemente; dimensiunea maximă a agregatelor nu va depăşi 3 mm pentru rosturi cu grosimea până la 25 mm inclusiv şi 7 mm pentru rosturi peste 25 mm grosime; controlul

calității materialului din rosturi se va face la data începerii precomprimării și la 28 zile de la turnarea rosturilor folosind:

- pentru mortar, prisme 40x40x160 mm sau cuburi cu latura de 70,7 mm
- pentru beton, cuburi cu latura nominală de 100 mm sau 141 mm;

c) lungimea cordoanelor de sudură sau petrecerea buclelor de armătură din rost trebuie să se încadreze în limitele toleranțelor din proiect.

**6.6** Continuitatea și etanșeitatea canalelor în rost se poate realiza în una din următoarele variante:

- manșoane recuperabile din cauciuc sau alt material;
- manșoane nerecuperabile din tablă, polietilenă sau PVC.

**6.7** Pentru asamblare, bolțarii sau panourile prefabricate se vor așeza pe reazeme (calaje, platforme, fundații netasabile), care să permită scurtarea elementului (deplasarea lor) la precomprimare și descintrarea ușoară a reazemelor intermediare, dându-se o atenție deosebită reazemelor de capăt care trebuie să fie capabile să preia greutatea proprie a întregului element fără a se produce denivelări importante.

**6.8** Înainte de începerea asamblării se vor examina, încă o dată, cu atenție, bolțarii sau panourile prefabricate, pentru a avea certitudinea că aceștia corespund din punct de vedere calitativ cerințelor proiectului. De asemenea este necesar să se verifice concordanța dintre lungimea reală a elementului și cea prevăzută în proiect.

**6.9** Înainte de așezarea bolțarilor sau panourilor în poziția de asamblare:

- se vor îndepărta praful, murdăria și eventualul strat superficial de lapte de ciment de pe fețele dinspre rosturi ale bolțarilor și panourilor, cu ajutorul periei de sârmă și prin spălarea cu apă;
- se va verifica starea (obturare, curățenie) canalelor;
- se va analiza siguranța la răsturnare atât a panourilor cât și a întregului element și se vor lua măsuri de sprijinire adecvate, care să nu împiedice scurtarea elementului la precomprimare.

**6.10** După așezarea bolțarilor sau panourilor în poziția de asamblare și până la umplerea rosturilor se vor lua măsuri pentru a împiedica murdărirea fețelor interioare ale rosturilor și ale canalelor.

**6.11** Înainte de umplerea rosturilor cu amestecuri pe bază de ciment, fețele respective ale bolțarilor sau panourilor vor fi udate cu apă, luându-se măsurile necesare pentru îndepărtarea apei de la baza rosturilor.



**6.12** Compoziția și consistența materialului de umplere a rostului se vor stabili prin încercări preliminare.

Folosirea aditivilor se face pe bază de agrement tehnic fiind însă obligatorii încercări preliminare, la șantier; utilizarea concomitentă a două tipuri de aditivi se va face numai cu avizul unui laborator autorizat.

**6.13** Compactarea mortarului în rost se execută în general prin îndesare cu șipca sau cu vergeaua metalică. Pentru o mai bună compactare se poate prevedea pe fiecare din fețele panoului o alveolă semicirculară, care să permită introducerea unui pervibrator în rost, atunci când acesta este de grosime mare. În cazul în care se folosește metoda de compactare interioară a mortarului sau betonului se vor prevedea ca mijloacele de compactare să nu deterioreze sau să nu deplaseze manșoanele pentru realizarea canalelor în rost.

**6.14** După turnare, se vor lua măsuri de protecție a rosturilor atât împotriva întăririi rapide (în cazul timpului excesiv de cald), cât și împotriva înghețului (în cazul timpului friguros).

## 7. PRETENSIONAREA ARMĂTURILOR

*Armături preîntinse*

**7.1** Pretensionarea armăturilor se va face numai cu instalații omologate, de către echipe atestate pentru această activitate, conform prevederilor pct. 1.10.

Caracteristicile instalațiilor de pretensionare individuală a armăturilor, elaborate de INCERC și omologate în România, sunt date în anexa 9.

Utilizarea instalațiilor se va face în conformitate cu indicațiile producătorului și cu regulile tehnologice de execuție ale elementului din beton precomprimat.

Pentru precomprimarea prin înfășurare cu sârmă sub tensiune a recipienților cilindrici se utilizează mașini speciale omologate de furnizori. Procedeul de precomprimare prin înfășurare cu astfel de mașini necesită agrement tehnic.

*Instalațiile importate vor fi atestate tehnic conform H.G.R. nr. 1046/1996, garantate de furnizor și verificate, până la capacitatea lor maximă, de cel care le utilizează.*

**7.2** Pretensionarea armăturilor se va face, de regulă la temperaturi de minimum + 5°C. La armăturile preîntinse limita poate fi redusă la 0°C.

În perioadele reci, etapa de pretensionare va fi corelată cu asigurarea condițiilor necesare de temperatură pentru realizarea operațiilor următoare, în special protecția prin injectare.

În cazul elementelor executate pe stend, diferența de temperatură a mediului ambiant, între tensionare și betonare nu va depăși 15°C.

**7.3** La instalațiile la care forța de pretensionare se determină pe baza presiunii, se vor respecta următoarele:

a) Transportul, manipularea și depozitarea manometrelor se vor face cu deosebită atenție pentru evitarea șocurilor.

b) Pe lângă manometrele de lucru se va dispune de încă o serie de manometre de rezervă. Se atrage atenția asupra corelării valorii pentru manometre gradate în bari și cele în atmosfere.

c) În afară de manometrele de lucru și cele de rezervă, se va dispune și de manometru etalon, folosit pentru verificarea periodică a manometrelor de lucru.

d) Verificarea manometrelor de lucru se va face cel puțin săptămânal și imediat când manometrele au suferit șocuri (de exemplu scăparea armăturii din presă, loviri etc.); verificarea se va face prin montarea în paralel a manometrului de lucru și a manometrului etalon. Manometrul etalon va fi verificat metrologic, periodic, cel puțin o dată pe an, precum și în caz de accidente produse în timpul transportului sau utilizării acestui manometru.

e) Se recomandă ca manometrele utilizate să aibă următoarele caracteristici:

- clasa manometrelor de lucru să fie de maximum 1,6 iar pentru manometrele etalon maximum 1;
- diametrul cadranului să fie de minimum 100 mm, iar diviziunea minimă de 10 bari (atmosfere), pentru a permite o citire cât mai exactă a presiunii realizate;
- presiunea maximă admisibilă a manometrului să fie cu cel puțin 30% mai mare decât presiunea maximă de lucru;
- să fie de tip „antișoc" cu glicerină sau alt sistem mecanic sau hidraulic de protecție.

**7.4** La instalațiile la care pretensionarea armăturilor se face în grup se vor prevedea măsuri pentru a se asigura uniformitatea eforturilor din armături (de exemplu cilindri de compensare tip INCERC, prese policilindrice, întinderea prealabilă a fiecărei armături la un efort de cel puțin 0,1 din valoarea efortului de control, ș.a.).



**7.5** Blocarea armăturilor pretensionate se va face în blocaje specifice instalației de pretensionare utilizate și care corespund prevederilor din cap. 4.

**7.6** În afara verificărilor efectuate la recepția acesteia, instalația de pretensionare se va verifica periodic, cel puțin trimestrial, stabilindu-se corespondența între indicațiile aparatului de măsurare al instalației și forța realizată. Verificarea se va face, de asemenea, după fiecare înlocuire a vreunei părți componente a instalației precum și în toate cazurile în care se constată unele anomalii (alungiri diferite de cele calculate, zgârieturi accentuate pe suprafața pistonului, presiuni mari la deplasarea în gol a pistonului ș.a.).

Aparatele de verificare se recomandă a avea clasa de precizie egală cu sau sub 1.

La începutul fiecărui schimb de lucru se va face o verificare a funcționării instalației.

**7.7** Programul de pretensionare, ce face parte din fișa tehnologică, va cuprinde date privind:

- identificarea (tipul de element, data de întocmire a programului);
- tehnologia folosită (tipar portant, stend);
- tipul și caracteristicile instalației de pretensionare;
- tipul armăturii pretensionate;
- forța de pretensionare stabilită prin proiect;
- pierderile de tensiune determinate în conformitate cu indicațiile pct. 7.8;
- forța de pretensionare ce urmează a se realiza, ținând seama de pierderile de tensiune măsurate;
- valorile de control la diverse intervale de timp (fie după pretensionare, fie înaintea transferului) stabilite de comun acord de către proiectant și executant, necesare pentru verificările prevăzute la pct. 7.12, precum și limitele posibile de variație, ținând seama și de efectul relaxării efortului din armătura pretensionată; abaterile admise, la efortul de pretensionare realizat cu prese hidraulice, sunt de ± 3% pentru media eforturilor din toate armăturileși de ± 5% pentru o armătură luată separat.

**7.8** Pentru verificarea pierderilor de tensiune necesare întocmirii programului de pretensionare se va ține seama de prevederile proiectului și regulile tehnologice de fabricație.

La determinarea pierderilor respective (până în faza de transfer), se recomandă a se solicita concursul unui institut sau laborator de specialitate, dotat cu aparatură adecvată.

Condițiile tehnologice vor trebui să corespundă celor din producția curentă.

Pe aceeași linie tehnologică se vor efectua minimum trei determinări, la cicluri tehnologice de execuție diferite, în calcul urmând a se considera valoarea medie.

În cazul în care forța de pretensionare realizată, ținând seama de pierderile determinate în condițiile aliniatului precedent, nu diferă de cea din proiect cu mai mult de ± 3%, nu se vor face corecții.

Pentru diferențe mai mari, se va decide de comun acord cu proiectantul sau expertul asupra măsurilor ce trebuie luate.

**7.9** Înainte de a începe pretensionarea armăturilor se va verifica dacă:

- blocajele sunt corespunzătoare;
- diametrul și dispoziția armăturilor în blocaje și în ecranele de poziționare corespund proiectului;
- dispozitivele de siguranță ale instalației de pretensionare (de exemplu supape de limitare a presiunii) sunt reglate la valoarea prescrisă;
- diversele părți componente ale instalațiilor, în special racordurile instalațiilor hidraulice, sunt în bună stare și corespund schemei de funcționare;
- piesa de rezemare a presei corespunde tipului de blocaj utilizat;
- la instalațiile de pretensionare monofilare cursa pistonului de blocare este suficientă pentru presarea corespunzătoare a penelor blocajului, după atingerea forței de control în armătură;
- sunt asigurate toate măsurile de protecție a muncii;
- sunt asigurate toate condițiile ca celelalte operații tehnologice să se poată desfășura în condițiile prevăzute în regulile tehnologiei avute în vedere la întocmirea programului de pretensionare și în timp util, evitându-se astfel menținerea timp îndelungat a armăturii la starea tensionată și nebetonată.

**7.10** Pretensionarea armăturii se va efectua conform programului stabilit, elementele componente ale instalației de pretensionare trebuind să fie asamblate în același mod ca la efectuarea verificărilor făcute conform pct. 7.6, fără introducerea unor surse suplimentare de pierderi de tensiune (robinete, conducte cu secțiuni reduse etc.).

**7.11** Controlul realizării și menținerii efortului din armătura pretensionată în limitele impuse, se va face de personal ingineresc instruit în domeniu, pe baza unui program de observații și măsurări care, în afara verificărilor instalației și manometrelor (prevăzute la pct. 7.4 și 7.6), va cuprinde cel puțin operațiile prezentate în continuare:



a) Măsurarea alunecării armăturii pentru fiecare blocaj, cel puțin o dată la două săptămâni.

Valorile înregistrate trebuie să se înscrie de regulă în cele prescrise prin proiectul elementului. Depășirea (cu maximum 50%) a valorilor respective poate fi acceptată la armături cu lungimea mai mare decât 18 m.

Se va controla dacă depășirea lunecărilor nu este cauzată de funcționarea necorespunzătoare a instalației de pretensionare, de exemplu nepresarea sau presarea insuficientă a penelor la blocare.

b) Verificarea efortului în armătura pretensionată efectuată, periodic, prin sondaj, la minimum 10% din numărul armăturilor pretensionate.

Se recomandă ca măsurătorile să se facă la același interval de timp de la pretensionare, pentru toate armăturile. Intervalul respectiv va corespunde indicațiilor din programul de pretensionare și determinărilor efectuate conform pct. 7.8.

În cazul în care valorile măsurate nu se situează în domeniul de variație admis de programul de pretensionare, se vor analiza cauzele, eliminându-se deficiențele; dacă este cazul se va dispune reactualizarea programului de pretensionare. Elementele la care realizarea forței de pretensionare este în dubiu vor fi supuse expertizării după care se va decide modul de utilizare a acestora.

În cazul armăturilor pretensionate individual, verificările prevăzute la acest punct se pot face prin înregistrarea forței de dezlipire a blocajului, cu ajutorul presei rezemând pe un suport corespunzător.

Se recomandă ca la verificări să se folosească captori de forță electrorezistivi sau hidraulici, având clasa de precizie 1 și plasați între presă și suportul de rezemare. Verificările pot fi făcute și pe traseul armăturilor cu ajutorul aparatului Vogt sau a unui aparat similar verificat și admis de metrologie. În cazul armăturilor pretensionate în alt sistem, de exemplu înfășurarea continuă, verificarea în diverse puncte în lungul armăturii se va face cu dispozitive de măsurare cu coardă vibrantă, sau cu deformații impuse (exemplu aparatul Vogt).

**7.12** În afara verificărilor prevăzută la pct. 7.11 se vor putea adopta și alte măsuri, mai ales în cazul unor procese tehnologice speciale (vibrare intensă, centrifugare ș.a.), care pot influența condițiile de blocare a armăturilor. În aceste cazuri se vor urmări, periodic, prin repere trasate pe armături (imediat după tensionare), eventualele alunecări ale acestora în diversele etape tehnologice, în vederea remedierii deficiențelor.

**7.13** Datele obținute la verificările conform pct. 7.4; 7.6; 7.11 și 7.12, precum și cele referitoare la pretensionarea armăturilor (pentru fiecare element sau pe grupe de elemente) vor fi trecute obligatoriu, în ordine cronologică, într-un registru ce va fi ținut de echipa de pretensionare și care apoi se va păstra timp de 50 ani, urmând ca în fișa de confecționare a elementului să se precizeze numai datele prevăzute la pct. 7.14.

Unitățile de execuție pot adopta și alte modalități de înregistrare și păstrare a datelor referitoare la pretensionare, în concordanță cu sistemul de calitate propriu.

**7.14** Înregistrările referitoare la pretensionare, ce se vor trece în fișa de confecționare a elementului, vor cuprinde datele privind forța de pretensionare, pe tipuri de armături, constatări și observații reprezentând eventuale diferențe față de programul de pretensionare.

**7.15** Operația de transfer se va face numai după ce s-a verificat, prin încercarea epruvetelor păstrate în aceleași condiții ca elementul, conform STAS 1275-88, că rezistența betonului corespunde prevederilor proiectului.

Se recomandă ca operația de transfer să se efectueze lent.

În cazul în care transferul nu se poate efectua lent ci prin tăierea armăturilor (cu discuri cu carborundum, cu foarfece speciale sau cu ajutorul unui aparat de sudură), ordinea de tăiere a armăturilor trebuie să corespundă prevederilor proiectului, operația făcându-se alternativ de la ambele capete ale tiparului sau stendului.

*Armături postîntinse*

**7.16** Pretensionarea armăturilor se va face în condițiile prevăzute la pct. 7.1 ... 7.3, instalațiile de pretensionare elaborate de INCERC și omologate în România fiind prezentate în anexele 9 și 10. Modul de lucru este detaliat în cartea tehnică a instalațiilor respective.

Se recomandă ca - în limita permisă de ritmul de desfășurare a lucrărilor - să se evite ca precomprimarea să se facă în perioade cu umiditate ridicată a mediului.

**7.17** În afara verificărilor efectuate la recepție, instalația de pretensionare se va verifica astfel:

a) La sosirea pe șantier, instalația se va încerca la o presiune cu 5% mai mare decât presiunea maximă de lucru prevăzută. Proba se poate face odată cu determinarea frecărilor în prese.



b) La începutul fiecărui schimb de lucru se vor examina principalele părți componente ale instalației (racordurile, pompele etc.), controlându-se dacă sunt în bună stare și dacă sunt montate corect.

c) La sosirea pe șantier, după fiecare schimbare a garniturilor de etanșare ale pistonului și de fiecare dată după o întrerupere de funcționare de peste o lună, dar cel puțin o dată pe an, se vor determina frecările interioare ale fiecărei prese, în condiții cât mai apropiate de cele de lucru (lichid utilizat, temperatură, presiune).

**7.18** Determinarea frecărilor se poate face fie cu ajutorul unor captori de forță adecvați, având clasa de precizie 1, fie cu ajutorul altei prese de același tip.

În ambele cazuri, înainte de a face determinările, se vor efectua 3 deplasări libere ale pistonului, pe întreaga cursă, înregistrându-se domeniul de variație al presiunii și calculându-se media celor 3 determinări. La această operație se va utiliza un manometru de presiune redusă (circa 20 bar).

a) În cazul utilizării captorilor de forță, ordinea de presare este următoarea: presa ce se verifică, inelul ancorajului, captorul de forță, ancorajul pentru fixarea fasciculului folosit la etalonare.

Mărimea „$f$" a frecării din presă se determină cu formula:

$$f = \frac{A \cdot p - F}{A \cdot p}$$

în care:

A - aria secțiunii transversale a pistonului presei;

p - presiunea la manometrul pompei cu care se acționează presa;

F - forța determinată cu ajutorul captorului de forță.

Se permite ca frecarea să se determine pentru forțe de până la 70% din forța maximă, extrapolându-se rezultatele.

b) În cazul utilizării a două prese, acestea se cuplează cap la cap, prin intermediul tipului de fascicul ce urmează a fi tensionat, între ele fiind plasate inelele ancorajelor. La instalațiile de 1200 și 2500 KN se vor monta și rozetele de blocare și de deblocare. Fiecare presă va fi racordată la o pompă prevăzută cu manometru; se acționează numai una din pompe (pompa activă), la cealaltă presă fiind scos pistonul și închisă camera de presiune, determinarea mărimii „$f$" a frecării din prese făcându-se cu formula:

$$f = \frac{p_1 - p_2}{2p_1}$$

în care:

$p_1$ - presiunea indicată de manometrul pompei active;

$p_2$ - presiunea indicată de manometrul pompei pasive.

Citirile la manometre se vor face numai în urcarea foarte lentă a presiunii sau chiar în momentul opririi pompei, deoarece la coborârea presiunii frecările în prese schimbă de semn.

Valoarea „$f$" obținută în acest caz reprezintă media frecărilor din cele două prese și pentru sporirea preciziei este necesar să se facă cel puțin două perechi de determinări, cu trepte de oprire diferite, astfel ca, pe rând, fiecare instalație presă-pompă să fie activă.

Pe baza datelor obținute, se va întocmi un grafic din care să rezulte forța reală dezvoltată de presă pentru diferite indicații ale manometrului.

Se recomandă ca pierderile prin frecare să se determine cu manometre având clasa de precizie 1. De asemenea, se pot utiliza pompe acționate manual în locul celor acționate electric.

**7.19** La elementul ce urmează a se precomprima se vor efectua următoarele operații preliminare:

a) Se va verifica dacă la execuție au fost asigurate măsurile care să permită, la precomprimare, deformarea după schema statică adoptată la proiectare (de exemplu reazem mobil la una din extremitățile grinzilor, articulație la anumiți stâlpi la construcții în cadre etc.). De asemenea, dacă la elementele independente este asigurată stabilitatea împotriva răsturnării.

b) Se va verifica dacă ancorajele sunt recepționate și dacă corespund condițiilor de verificare.

c) Se va verifica existența certificatului de calitate al oțelurilor din care sunt confecționate fasciculele.

d) Se va examina betonul, în special în zona de rezemare a ancorajelor, pentru a nu prezenta segregări, fisuri și alte defecte sau degradări. De asemenea, se va verifica dacă poziția și diametrul găurii din placa de repartiție corespund tipului de ancoraj folosit.

e) Se va controla dacă s-a efectuat remedierea degradărilor care afectează capacitatea de rezistență a elementului, inclusiv în ceea ce privește durata necesară pentru întărirea materialului utilizat pentru remediere.

f) Se va verifica perpendicularitatea dintre extremitatea canalului fasciculului și placa de repartiție. În cazul în care această perpendicularitate nu este îndeplinită pe toate direcțiile (abatere maximum $3^0$), se vor folosi plăci



metalice sub formă de pană, sub tot ancorajul, prin care să se corecteze abaterile respective.

g) Se vor încerca corpurile de probă corespunzătoare, păstrate în aceleași condiții ca și elementul din beton, pentru a se determina rezistența la compresiune a betonului. În cazul construcțiilor din bolțari sau panouri prefabricate asamblate prin precomprimare, trebuie să existe și pe șantier certificatele de calitate emise de producător, prin care se garantează calitatea corespunzătoare a betonului. În caz de dubiu asupra calității betonului sau în cazul unor deteriorări ale elementelor la precomprimare se vor face încercări nedistructive pentru determinarea rezistenței efective a betonului.

La elementele asamblate din bolțari, se vor face încercări pe corpurile de probă, prelevate din materialul de umplere a rosturilor, corpuri de probă păstrate la locul de asamblare. Rezistența la transfer a materialului din rost va corespunde prevederilor proiectului.

h) Se vor verifica cofrajele, eșafodajele și cintrele în ceea ce privește posibilitatea de preluare a deplasărilor la precomprimare conform prevederilor din cap. 2.

i) Se va verifica posibilitatea de deplasare a fasciculelor în canale și se va evacua, cu ajutorul aerului comprimat, praful sau apa pătrunse eventual în acestea.

**7.20** În legătură cu armătura de pretensionare se vor efectua următoarele operații preliminare:

a) Se va verifica starea armăturii din punct de vedere al modului de conservare.

Fasciculele care pe suprafața sârmelor prezintă un strat de rugină superficială care se îndepărtează prin simpla ștergere cu materiale neabrazive pot fi păstrate în canale. În celelalte cazuri se va cere avizul unui institut (laborator) de specialitate.

Constatările asupra stării suprafeței armăturii vor fi consemnate într-un proces verbal de lucrări ascunse, de către inginerul atestat, împreună cu beneficiarul investiției și, după caz, cu proiectantul; procesul verbal se va atașa la fișa de pretensionare.

b) Se va verifica dacă secțiunea armăturii corespunde celei din proiect.

c) Se vor determina pierderile reale din frecare pentru o serie de fascicule cu caracteristici geometrice cât mai diferite (lungime, deviația unghiului), la care pretensionarea se face la ambele extremități, pentru a se putea compara cu valorile luate în calcul la proiectare și a definitiva valoarea

de control a alungirea armăturii pretensionate. Modul în care se determină pierderile reale din frecare este indicat la pct. 7.22.

**7.21** Proiectantul va definitiva pe şantier propunerile inginerului responsabil cu precomprimarea privind:

a) Mărimea forţei de control, ţinând seama de mărimea reală a pierderilor prin frecare.

b) Mărimea alungirii de control a armăturii pretensionate pentru efortul unitar de control, ţinând seama de modulul de elasticitate al armăturii stabilit conform pct. 3.8 şi de pierderile din frecare determinate pe şantier. Alungirea se va calcula pentru lungimea totală a fasciculului, inclusiv porţiunile până la ancorajele de prindere în prese.

c) Programul special de precomprimare, dacă prin proiect se prevede ca precomprimarea să fie efectuată în etape, ţinându-se seama de condiţiile concrete în care se efectuează operaţiile respective.

În cazul elementelor executate după proiecte tip, datele de la aliniatele a, b şi c vor fi stabilite cu proiectantul lucrării.

**7.22** Tipurile şi numărul fasciculelor de acelaşi tip la care se fac determinări ale pierderilor prin frecare se vor stabili de proiectant şi inginerul responsabil cu precomprimarea.

Se vor face determinări mai numeroase la construcţii importante sau cu condiţii speciale de exploatare (amplasate în medii cu agresivitate medie sau puternică, supuse la presiuni de lichide sau gaze, radiaţii ş.a.).

În cazul în care nu se fac măsurări pe toate tipurile de fascicule se vor alege trasee rectilinii şi trasee curbe pentru a se putea separa coeficientul de frecare liniară k, de coeficientul μ.

În absenţa fasciculelor liniare separarea coeficienţilor de frecare se poate face conform indicaţiilor din anexa 11.

În cazul fasciculelor cu ancoraje inel-con, la operaţia de determinare a frecărilor, nu se va monta conul între sârme. Celelalte piese anexe (rozetele de blocare şi de deblocare) vor fi montate ca şi în cazul determinării pierderilor prin frecare în prese.

Determinarea pierderilor prin frecare se va face cu ajutorul a două prese, montându-se câte o presă la fiecare capăt al fasciculului, pretensionarea făcându-se numai cu o singură presă (activă), la cealaltă presă fiind scos pistonul şi închisă camera de presiune.



Pe baza citirilor presiunilor ($p_1$ şi $p_2$) la manometrele celor două instalaţii, se determină forţele la extremităţile fasciculelor cu următoarele formule:

- forţa la capătul de tragere

$$F_1 = A \cdot p_1 (1 - f_1)$$

- forţa la capătul opus

$$F_2 = A \cdot p_2 (1 + f_2)$$

în care:

A - aria secţiunii transversale a pistonului presei;

$f_1$ şi $f_2$ - coeficienţii de frecare interioară a preselor corespunzătoare presiunilor $p_1$ şi $p_2$; aceste valori se determină conform prevederilor pct. 7.18. În cazul în care frecarea din prese a fost determinată prin cuplarea a două prese, se ia $f_1 = f_2$.

Pierderea de tensiune ($\Delta F$) datorită frecării pe traseu va fi:

$$\Delta F = F_1 - F_2$$

În cazul în care pierderile prin frecare se determină folosind captori de forţă, lungimea fasciculelor pe care se fac determinări va trebui sporită astfel încât să permită amplasarea captorilor respectivi; fasciculele vor fi confecţionate din acelaşi lot ca şi cele curente.

Se permite ca determinarea pierderilor prin frecare să se facă prin extrapolarea valorilor obţinute la un nivel de tensionare egal cu 85% din efortul de control prevăzut în proiect

În cazul unor trasee foarte lungi, la care alungirea depăşeşte cursa unei prese chiar şi la 85% din efortul de control, determinările se vor putea face prin acţionarea în trepte, a ambelor prese, în mod succesiv.

Modul de determinare a frecărilor la toroanele din acelaşi fascicul, pretensionate individual, succesiv, se va face pe baza indicaţiilor date de elaboratorul procedeului. Se vor verifica toate toroanele din acelaşi fascicul, având în vedere presiunea transversală variabilă a toroanelor pretensionate anterior care conduce la pierderi diferite în toroane.

**7.23** Pe baza rezultatelor determinărilor conform pct. 7.22 se definitivează programul de pretensionare. Acesta va fi reactualizat în cazul în care ulterior se constată diferenţe faţă de pierderile stabilite iniţial.

Dacă la unele fascicule, pierderile prin frecare obţinute prin determinări directe, sau pe baza acestora, sunt mai mari decât cele din proiect cu mai mult

de 3%, iar efortul de control din proiect nu poate fi mărit, fiind egal cu 0,8 $P^{Normat}$, se va proceda în una din următoarele variante:

- se va prevedea sporirea efortului de control la celelalte tipuri de fascicule din element la care, prin proiect, efortul de control este mai mic de 0,8 $P^{Normat}$ (exemplu fascicule rectilinii sau cu deviații unghiulare mici);
- se va mări numărul de sârme din fascicul, dacă în element sunt fascicule cu număr mai redus de sârme decât numărul maxim permis de ancoraj;
- se vor lua măsuri de atenuare a frecărilor, de exemplu prin peliculizarea sârmelor cu ulei emulsionabil PE 1A.

Dacă pierderile prin frecare sunt mai reduse și există certitudinea că ele se vor menține la același nivel și la celelalte elemente, se poate analiza posibilitatea de reducere a forței de control.

**7.24** Datele determinărilor conform pct. 7.18 și 7.22, precum și programul de pretensionare se vor anexa la dosarul lucrărilor.

**7.25** La elementele cu armătura postîntinsă este obligatoriu ca presa cu care se execută întinderea armăturii să reazeme pe elementul ce se precomprimă, în vederea realizării scurtării elastice a betonului în timpul transferului.

Înainte de montarea presei, armăturile ce compun fasciculul vor fi ordonate pe porțiunea care iese din beton, în vederea montării lor corespunzătoare în ancorajul de inventar după introducerea presei. De asemenea, pistonul presei va fi deplasat în gol pentru a verifica dacă frecările în presă s-au modificat față de valoarea determinată conform pct. 7.18 aliniatul 2.

**7.26** Pretensionarea armăturii până la valoarea de control se va efectua în 4 sau 5 trepte. La fiecare treaptă se vor nota toate datele care să permită stabilirea alungirii și a forței de pretensionare.

În anexa 12 se dă un model de întocmire și completare a fișei de pretensionare, cu următoarele recomandări:

a) Presiunea corespunzătoare treptelor de pretensionare să corespundă unor diviziuni ale cadranului manometrului.

b) Primele două trepte să fie egale între ele și egale cu cel mult 1/6 din efortul unitar final.

c) Să se reprezinte pe hârtie milimetrică diagrama efort - alungire pentru verificarea liniarității acesteia și extrapolarea necesară conform pct. 7.30.



Citirea indicațiilor manometrului se va face numai la creșterea foarte lentă a presiunii sau imediat în momentul opririi pompei, deoarece la descărcare valorile sunt influențate de schimbarea sensului frecărilor interioare din presă.

**7.27** Pentru ancorajele tip inel-con (anexa 7), forța de presare a conului la sfârșitul pretensionării va fi cuprinsă între 15% și 20% din forța de rupere a fasciculului, pentru instalațiile de pretensionare de 1250 ... 2500 KN și între 18% și 22% pentru instalațiile de 300 și 600 KN.

**7.28** În cazuri speciale în care pretensionarea fasciculelor până la forța de control nu poate fi realizată într-o singură etapă, se recomandă ca prima etapă de pretensionare să reprezinte 40 ... 60% din forța de control. Presarea intermediară a conului se recomandă să se facă cu o forță egală cu 70% din forța de presare finală.

**7.29** Se recomandă ca toate datele din fișele de pretensionare să se completeze direct în timpul efectuării lucrărilor. În acele cazuri în care condițiile de lucru nu fac posibilă întocmirea directă a fișelor, datele de pretensionare pot fi înscrise într-un caiet de lucru, fișele întocmindu-se pe baza datelor respective.

Citirile înregistrate se vor prelucra înainte de blocarea definitivă a ancorajelor, pentru a se trage concluziile asupra realizării alungirii prescrise, în conformitate cu prevederile pct. 7.33.

Fișele de pretensionare reprezintă unicul act valabil pentru stabilirea calității operațiilor de pretensionare. Fișele se completează și se semnează de către inginerul responsabil cu precomprimarea și se vor anexa la cartea construcției.

În cazul unor structuri cu număr mare de fascicule cu caracteristici identice, în locul fișelor individuale se poate utiliza o fișă comună pentru mai multe fascicule, datele fiind reunite sub formă tabelară adecvată.

**7.30** Măsurarea alungirii armăturii pretensionate începe după realizarea primei trepte considerată drept treaptă „zero convențional", iar valoarea corespunzătoare alungirii corespunzătoare intervalului dintre presiunea zero și presiunea treptei alească ca zero convențional se obține prin extrapolare.

**7.31** Alungirea armăturii în cursul pretensionării se determină, cu precizia de 1 mm, prin:

a) Măsurarea deplasării unor repere trasate pe armături, față de suprafața de capăt a elementului (cazul instalațiilor la care armăturile sunt accesibile, de exemplu instalațiile de 300 și 600 KN).

b) Măsurarea deplasării pistonului (cazul instalației INCERC 120 pentru fasciculele 24ϕ7 mm și INCERC 250 pentru fascicule 48ϕ7 mm).

În cazul b, pentru stabilirea alungirii efective, valorile obținute trebuie corectate prin scăderea deplasării armăturilor ca urmare a împănării progresive în ancorajul de inventar al presei.

De regulă, ansamblul format de sârme și conul ancorajului de inventar se deplasează simultan, astfel încât deplasarea conului reprezintă valoarea de corecție.

**7.32** Pentru a se depista apariția unei neuniformități exagerate a eforturilor în armăturile ce compun fasciculul, imediat după împănarea acestora în ancorajul de inventar al presei se vor trasa semne pe toate armăturile (în vecinătatea pieselor de ancorare), care vor fi urmărite pe parcursul tensionării.

Dacă se constată lunecări neuniforme importante (mai mari de 5 mm), fasciculul se va desface din presă prin declavetarea ancorajului de inventar, sârmele fasciculului se vor rearanja, după care se va relua operația de tensionare.

**7.33** La pretensionarea fiecărui fascicul se va compara valoarea alungirii efective corespunzătoare efortului unitar de control, cu alungirea prevăzută în programul de pretensionare. La pretensionarea din ambele capete, comparația se va face pentru întreaga alungire, care este suma alungirilor de la fiecare capăt, între valorile înregistrate în cele două extremități putând fi variații în funcție de viteza de realizare a forței, asimetria fasciculului etc.

Dacă diferențele constatate dintre valorile efective și cele de control sunt în limitele:

a) ± 5%, operația de pretensionare se consideră satisfăcătoare.

b) – 5% la – 10%, se permite sporirea temporară a efortului unitar de control, cu până la 5% față de valoare prescrisă în proiect, pentru ca alungirea măsurată să fie cuprinsă în limitele indicate la aliniatul a; după atingerea valorii maxime, efortul poate fi coborât la valoarea din proiect, blocarea făcându-se în această situație.

c) + 5% la + 10%, se va efectua o verificare suplimentară a manometrelor și în cazul când acestea corespund etalonării, pretensionarea se consideră corespunzătoare; înainte de demontarea manometrelor pentru verificare, se recomandă ca presiunea să fie redusă cu minimum 20% pentru a se evita menținerea instalației la o presiune prea ridicată.



d) mai mari decât ± 10%, se vor opri lucrările de pretensionare și se va anunța proiectantul.

După pretensionarea unui număr de fascicule identice și stabilirea domeniului de variație a alungirilor, se va căuta să se determine cauzele unor depășiri semnificative ale domeniului respectiv.

**7.34** Alunecarea sârmelor în ancoraj la blocare se determină la coborârea presiunii de pretensionare, după presarea conului prin măsurarea deplasării unor repere trasate pe sârmele fasciculului, în raport cu un punct fix de pe piesa de beton sau de pe corpul presei. La instalațiile la care armăturile nu sunt accesibile (INCERC-120 și INCERC - 250) se va măsura revenirea pistonului.

Pentru stabilirea alunecării reale a sârmelor în ancoraj, se va scădea alungirea sârmelor pe lungimea cuprinsă între ancoraj și secțiunea în care s-a trasat reperul, corespunzătoare efortului unitar de control, din mărimea deplasării măsurate conform aliniatului precedent.

Alunecarea sârmelor din ancorajul fix în cazul pretensionării de la un singur capăt se va determina prin măsurarea deplasării unor repere trasate pe sârme în raport cu fața ancorajului.

Dacă, la transfer, alunecarea sârmelor din ancorajele cu conuri sau pene depășește valoarea limită precizată în proiect sau în indicațiile de utilizare a ancorajului, cu mai mult de 50%, lucrările de pretensionare se vor opri și se va trece la verificarea din nou a ancorajelor.

**7.35** După efectuarea blocării armăturii pretensionate în ancoraj și îndepărtarea presei, la ancorajele tip inel - con se trasează un semn pe armături la circa 100 mm de la fața ancorajului, care va fi verificat, până a doua zi, pentru a se constata eventualele alunecări.

Dacă asemenea alunecări au loc, pretensionarea se va opri și se va dispune verificarea ancorajelor (geometrie, duritate).

**7.36** Tăierea capetelor sârmelor se va face în momentul începerii pregătirilor pentru injectare. Toate operațiile se vor face cu atenție, evitându-se șocurile și îndoirea armăturilor, care ar putea provoca alunecarea armăturilor din ancoraj. Tăierea sârmelor se va face cu discuri rotative sau cu flacără oxiacetilenică, la o distanță de minimum 50 mm de ancoraj. Eventuala îndoire a sârmelor se va face cu chei speciale; în acest caz lungimea de tăiere se va spori. Tăierea capetelor sârmelor nu este necesară dacă betonarea zonelor de capăt permite înglobarea lor la întreaga lungime.

**7.37** Armăturile postîntinse exterioare, realizate sub formă de toroane individuale (de exemplu în cazul recipienților precomprimați cu toroane ancorate în nervuri), se pot pretensiona cu presele monofilare de 120 și 200 KN (anexa 9); în acest caz, controlul realizării forței se va face pe baza indicațiilor manometrului pompei.

Se vor respecta prevederile privind etalonarea prealabilă a preselor și determinarea frecărilor pe traseu.

În locul fișelor individuale de precomprimare se va întocmi o fișă colectivă pentru toate armăturile.

**7.38** *La ancorarea toroanelor individuale postîntinse (construcții definitive) se vor utiliza numai ancoraje fără sensibilitate la coroziune.*

## 8. REALIZAREA PROTECȚIEI ÎMPOTRIVA COROZIUNII ȘI A ADERENȚEI ARMĂTURILOR POSTÎNTINSE

*Reguli generale*

**8.1** La elementele și construcțiile din beton precomprimat cu armături postîntinse este obligatorie realizarea unui sistem de protecție permanentă a armăturilor pretensionate.

În funcție de procedeul de pretensionare adoptat, protecția permanentă poate fi:

a) cu realizarea aderenței dintre armătura pretensionată și beton;

b) fără realizarea aderenței dintre armătura pretensionată și beton.

Aplicarea prin injectare a unor sisteme de protecție permanentă cu alte materiale (bitum, rășini epoxidice etc.) decât cele prevăzute în anexa 13, precum și a unor tehnologii speciale de injectare (de exemplu vacuumare) se va face pe bază de reglementări speciale sau agrement tehnic care vor include și condițiile de control și acceptare.

Consistența materialelor speciale va fi astfel încât, prin eventuala pătrundere a apei sub presiune în canale, să nu se producă dislocarea acestor materiale.

Indiferent de tipul protecției armăturii pe traseu, zona ancorajelor va fi protejată suplimentar cu mortar, beton sau materiale sintetice, cărora li se va



asigura o bună legătură cu zonele pe care le protejează și o compactitate ridicată.

O atenție deosebită la protecția de capăt se va acorda ancorajelor cu bulb, sau bucle pe dorn.

Protecțiile temporare ale armăturilor care se prevăd să se păstreze și după realizarea celor permanente pe bază de ciment, vor fi indicate în caietul de sarcini în urma probelor efectuate de un institut (laborator) de specialitate, prin care să se confirme că nu sunt afectate aderența și protecția împotriva coroziunii.

**8.2** Intervalele de timp în care trebuie realizată protecția permanentă se vor stabili pe baza prevederilor de la pct. 5.3. În acest interval de timp se va evita corodarea armăturii, prin una sau mai multe din următoarele măsuri:

- împiedicarea pătrunderii apei în canale;
- evacuarea apei pătrunse accidental în canale, prin orificiile de golire prevăzute în punctele de cotă minimă ale traseelor și suflare cu aer comprimat;
- protejarea prin învelire a porțiunii exterioare a fasciculelor.

**8.3** În situațiile excepționale în care se apreciază că termenul de realizare a protecției nu poate fi respectat, se va cere avizul proiectantului asupra măsurilor de protecție ce se vor adopta.

**8.4** În anotimpurile reci și umede se va evita introducerea fasciculelor în canale anterior betonării. În acest caz se vor lua măsuri pentru a se evita corodarea tecilor din oțel.

**8.5** Operațiile de realizare a protecției armăturilor pretensionate se vor face la temperaturi ale mediului ambiant cuprinse între + 5°C și + 30°C.

În cazul în care temperaturile nu se înscriu în limitele menționate, protecția armăturilor se poate face numai cu respectarea unor măsuri speciale, care vor fi avizate de proiectant.

**8.6** Sistemele de protecție anticorozivă a suprafeței elementelor din beton precomprimat se vor adopta și executa pe baza prevederilor din instrucțiunile tehnice C170-87 și din partea A a prezentului cod de practică.

*Injectarea*

**8.7** Este obligatorie stabilirea compoziției amestecului (pastă de ciment) pentru injectare, pe baza unor încercări preliminare de laborator autorizat privind determinarea caracteristicilor amestecului. Determinarea caracteristicilor amestecului se face conform prevederilor din anexa 13. Se vor respecta următoarele reguli:

- încercările se vor efectua pe cel puțin două probe diferite de ciment, prelevate din lotul de ciment aprovizionat;
- pentru toate amestecurile se vor reproduce strict aceleași condiții (malaxare, temperatură etc.);
- fluiditatea amestecului pentru injectare va fi cuprinsă în limitele 35...25 secunde. Limita de 35 secunde poate fi depășită dacă există certitudinea că nu se produc obturări (canale de lungime redusă, diametre mari).
- rezistența minimă la compresiune a amestecului de injectare va fi de minimum 20 N/mm$^2$ la 7 zile.

**8.8** Se recomandă ca înainte de începerea injectării să se asigure utilajul și dispozitivele de rezervă necesare (malaxor, pompă de injectare, furtune, sârme pentru desfundat etc.) pentru o eventuală intervenție la toate punctele de acces ale fasciculului.

De asemenea, se va elimina orice neetanșeitate a pompei și racordurilor care poate conduce fie la introducerea aerului în canal, fie la obturarea în timpul injectării.

Tipul și caracteristicile utilajelor produse în țară sunt date în anexa 5.

Nu se vor folosi procedee la care injectarea amestecului se face cu ajutorul aerului comprimat.

**8.9** Pregătirea ancorajelor în vederea injectării se va face ținând seama de prevederile proiectului.

Tăierea capetelor sârmelor ce ies din ancoraj se va face în conformitate cu prevederile de la pct. 7.36.

Etanșarea zonei ancorajelor în vederea injectării se va face fie cu mortar, beton sau rășină epoxidică, fie cu un capac metalic și garnitură de etanșare fixat de placa metalică de sub ancoraj.

Ambele variante trebuie să permită cuplarea sigură și etanșă a furtunului prin care se face alimentarea cu pastă de ciment și întreruperea circuitului sub presiune.

În acest scop se pot utiliza fie bucăți de furtun sau țeavă din material plastic care se strangulează la terminarea injectării, fie robineți.

**8.10** Înainte de injectare se va proceda la spălarea canalului precum și la verificarea etanșeității și continuității lui, folosind apă sub presiune sau aer comprimat trecut prin filtru de ulei. Spălarea va fi mai intensă dacă sârmele au fost protejate cu ulei emulsionabil. Aceste operații se vor face cu cel puțin 15 minute înainte de începerea injectării, în cazul canalelor căptușite și cu cel puțin 60 minute, în cazul canalelor necăptușite. Orice neetanșeitate constatată va fi reparată înainte de începerea injectării.

Eliminarea apei se recomandă a se face cu aer comprimat, dacă nu au fost prevăzute orificii de scurgere în punctele cele mai de jos ale canalului.

**8.11** La fasciculele orizontale introducerea amestecului de injectare se face prin:

- Axa ancorajului pentru fascicule rectilinii sau cu denivelări mici. La lungimi mai mari de 30 m, pentru cazul canalelor necăptușite și 40 m pentru canale căptușite, se vor prevedea racorduri intermediare de control, intervenție sau continuare a injectării;
- Racorduri de injectare amplasate în punctul cel mai de jos al canalului, în cazul fasciculelor cu traseu curb; distanța între racorduri nu va depăși 20 m.

**8.12** La fasciculele verticale sau oblice, introducerea amestecului de injectare se face prin axa ancorajului de la partea inferioară a fasciculului.

Se recomandă ca la fascicule cu lungimea mai mare de 25 m să se prevadă racorduri de control al umplerii sau de injectare în caz de necesitate (de exemplu când pompa nu poate realiza presiunea necesară pentru întreaga înălțime a canalului).

La fasciculele verticale sau oblice se vor prevedea racorduri de reinjectare amplasate la o distanță cuprinsă între 1,5 și 3 m de ancorajul superior.

**8.13** La fasciculele cu un capăt ancorat prin înglobare în beton, modul de amplasare, în această zonă, a racordurilor de injectare sau control, trebuie să garanteze umplerea până la contactul cu betonul în care este ancorat fasciculul.

**8.14** În cazul elementelor realizate din bolțari se recomandă să se prevadă cel puțin câte un racord de control pe traseul fiecărui fascicul.

**8.15** Introducerea amestecului pentru injectare în canale se va face cu respectarea următoarelor reguli:

a) Injectarea se va face cu pompe prevăzute cu membrană, șnec sau piston.

b) Accesul în canal se va face continuu și lent (6–12 m/minut), toate racordurile în lungul canalului fiind la început libere. Se va avea grijă deosebită ca prin pompare să nu se introducă aer odată cu amestecul. Racordurile vor fi astupate pe măsură ce amestecul ajunge în dreptul lor.

c) În funcție de modul de desfășurare a injectării la primele fascicule, se poate avea în vedere o reducere a fluidității amestecului.

d) După ce fluiditatea amestecului ieşit prin ultimul orificiu este apropiată de cea determinată iniţial, se va astupa şi acest orificiu şi se va mări presiunea cu circa 3 bari peste presiunea de injectare a amestecului; această suprapresiune se va menţine constantă timp de circa 2 minute în cazul canalelor căptuşite, şi de circa 3 minute în cazul canalelor necăptuşite.

În cazul utilizării aditivilor expansivi, suprapresiunea se poate reduce la 2 bar iar durata va fi de un minut. În acest caz fie se vor utiliza dopuri din materiale poroase care să permită eliminarea apei separată din amestecul de injectare, fie racordurile vor fi lăsate libere într-o primă etapă şi astupate ulterior.

e) Canalele care comunică între ele vor fi injectate simultan sau unul după altul fără întrerupere, trebuind să existe certitudinea umplerii complete a tuturor canalelor.

În acest caz se recomandă, la prepararea amestecului pentru injectare, folosirea aditivilor întârzietori, în scopul uşurării operaţiei de introducere a amestecului trecând de la un canal la altul.

f) După aproximativ 45 minute de la injectare, se va proceda obligatoriu la reinjectare, respectându-se aceleaşi condiţii ca şi la injectare; cantitatea de amestec introdusă la reinjectare va fi de maximum 10% din cea introdusă la injectare (înainte de racordarea pompei, accesul va fi desfundat cu o tijă metalică adecvată).

Se poate renunţa la reinjectare în cazul utilizării unor aditivi adecvaţi.

g) Reinjectarea fasciculelor verticale sau oblice se va face prin racordurile prevăzute special în acest scop (pct. 8.12). Se recomandă efectuarea reinjectării chiar în cazul utilizării unor aditivi expansivi.

Intervalul de timp la care se va face reinjectarea va fi de aproximativ 45 minute de la terminarea injectării. Se recomandă ca la primele canale injectate să se facă două sau trei reinjectări, la diverse intervale de timp, pentru a se stabili intervalul optim de reinjectare, după care efectul sedimentării amestecului de injectare devine neglijabil. În cazurile excepţionale în care nu s-a reuşit efectuarea reinjectării prin racordul special prevăzut (pct. 8.12), operaţia respectivă se va face prin axa conului superior, permiţându-se evacuarea apei separate la partea superioară.

Cantitatea de amestec introdusă la reinjectare nu va depăşi sensibil cantitatea necesară pentru înlocuirea golului format prin sedimentare.

h) La circa 24 ore după terminarea operaţiei de injectare toate golurile rămase la orificiile racordurilor de injectare, golire sau control, vor fi umplute



cu mortar de ciment, până la faţa betonului sau până la capătul ţevii racordului. O atenţie deosebită se va acorda acestei operaţii la fasciculele cu înclinări mari la capete şi la cele verticale.

Ţevile metalice ale racordurilor de acces se vor îndepărta sau proteja, în cazul în care există pericolul ca prin coroziune betonul să fie deteriorat.

**8.16** Pentru controlul calităţii amestecului de injectare se vor efectua următoarele probe conform anexei 13:

- determinarea fluidităţii la fiecare şarjă de amestec;
- determinarea sedimentării şi a rezistenţei la compresiune odată pentru toate fasciculele injectate într-un schimb, în aceleaşi condiţii.

Rezultatele obţinute se vor înscrie în fişa de injectare întocmită conform modelului din anexa 14.

*Injectarea pe timp friguros*

**8.17** Dacă în perioada în care se fac injectarea şi întărirea amestecului de injectare, temperatura mediului ambiant poate coborî sub + 5°C, este obligatorie izolarea elementelor de atmosfera exterioară, cu ajutorul unor construcţii sau amenajări auxiliare, încălzite la o temperatură minimă de + 5° C, cu aer cald, registre de ţevi cu apă caldă sau abur, raze infraroşii, rezistenţe electrice etc.

Injectarea se va efectua după minimum 48 ore de la începerea încălzirii.

Încălzirea trebuie să continue cel puţin 48 ore după terminarea operaţiei de injectare, în funcţie şi de temperatura exterioară.

Pe toată perioada de încălzire se va măsura, din 6 în 6 ore, temperatura realizată; valorile obţinute se vor înscrie în coloana de observaţii din fişa de injectare.

Se recomandă ca în toate cazurile în care injectarea se face în perioade foarte reci, să se utilizeze amestecuri rezistente la îngheţ, verificate prin probe de laborator, care să confirme că nu are loc creşterea volumului după menţinerea timp de 36 ore la temperatura de + 2°C ... + 5°C şi apoi coborîrea rapidă a acesteia la - 20°C.

De regulă, un volum de pori de 6 - 10% asigură obţinerea unui amestec rezistent la îngheţ.

**8.18** La fasciculele la care se prevede că injectarea se va face pe timp friguros, se vor lua măsuri sporite de împiedicare a pătrunderii apei în canale, cu începere de la pozarea fasciculelor şi până la efectuarea operaţiei de injectare. Se recomandă ca la aceste fascicule să se prevadă orificii în punctele

inferioare, orientate în jos sau lateral, astfel ca eventuala apă pătrunsă să se poată evacua liber.

În cazul în care, cu toate măsurile luate, se constată totuși că a pătruns apă în canale, aceasta trebuie să fie evacuată imediat cu ajutorul aerului comprimat, în toate cazurile în care se folosește aerul comprimat, acesta va fi trecut prin filtrul de ulei.

**8.19** Înainte de injectare se va proceda la verificarea continuității canalelor, pentru a se detecta eventualele blocări datorate formării unor dopuri de gheață; această verificare se va face obligatoriu numai cu aer comprimat, deoarece în cazul utilizării apei, evacuarea acesteia din canalele obturate este foarte anevoioasă. Se interzice utilizarea, în acest scop a aburului.

În cazul în care se constată existența unui dop de gheață se va introduce aer comprimat încălzit, atât în canalul obturat, cât și în cele alăturate (neobturate), până la asigurarea continuității canalului (prin topirea completă a gheții), fapt care se verifică prin ieșirea liberă a aerului prin capătul opus. Este interzisă încălzirea armăturii pretensionate prin trecerea unui curent electric.

În ziua injectării, se va proceda la spălarea și încălzirea pereților canalelor și la topirea eventualelor resturi de gheață rămase în canale. În acest scop, canalele se vor umple cu apă încălzită la 30 ... $40^0$C, care se va menține în canale timp de circa 15 minute. Această operație se va efectua de minimum două ori.

Introducerea apei calde se va face numai în acele canale pentru care există certitudinea că vor fi injectate în aceeași zi.

În cazul în care, din motive excepționale, unele canale spălate nu pot fi injectate în aceeași zi, este necesară evacuarea integrală a apei din aceste canale, utilizându-se aer comprimat încălzit.

**8.20** La pregătirea și introducerea amestecului de injectare se vor respecta prevederile din anexa 13, cu următoarele măsuri suplimentare:

- apa de amestecare va avea o temperatură între + $30^0$C și + $40^0$C;
- amestecul va avea o temperatură de cel puțin + $20^0$C în momentul introducerii în canal;
- se vor utiliza aditivi antrenori de aer care sporesc volumul de pori al amestecului, îmbunătățind comportarea la îngheț.

**8.21** Pentru controlul calității execuției lucrărilor de injectare pe timp friguros se vor executa probele și documentele prevăzute la pct. 8.17.



*Protejarea armăturilor pretensionate exterioare*

**8.22** La elementele sau construcțiile din beton precomprimat la care se prevede ca armătura de pretensionare, aflată la exteriorul secțiunii, să aibă aderență cu betonul, prin proiect se va prevedea cel puțin modul de punere în operă a betonului sau a mortarului de protecție, marca mortarului sau a betonului, grosimea stratului, gradul de impermeabilitate.

**8.23** Betonul sau mortarul de protecție trebuie să fie continuu și cât mai compact (de exemplu, pentru beton, gradul de impermeabilitate cel puțin $P_8^{10}$), iar rezistența se recomandă să fie egală cu cea a betonului din elemente și cel puțin C 25/20, respectiv M 300.

**8.24** Grosimea stratului de acoperire cu mortar sau beton se va lua în funcție de agresivitatea mediului, pe baza prevederilor din instrucțiunile tehnice C 170-87 și din partea A a prezentului cod de practică.

Pentru cazurile necuprinse în aceste reglementări se va cere avizul unui institut sau laborator de specialitate.

**8.25** La elementele la care fața opusă celeia pe care este plasată armătura pretensionată vine în contact cu lichide sau cu materiale agresive, se vor lua măsuri - începând cu fazele premergătoare pretensionării - ca protecția armăturii să se facă după remedierea neetanșeității betonului. Renunțarea la această prevedere se poate face numai pe baza unor reglementări speciale.

**8.26** La elementele sau construcțiile la care protecția armăturii exterioare este prevăzută să se facă prin torcretare, operațiile se vor face în conformitate cu instrucțiunile C130-78 și cu respectarea următoarelor:

a) La prepararea amestecurilor pentru mortarele și betoanele aplicate prin torcretare se vor folosi numai cimenturile enumerate la pct. 1.3 din anexa 13.

b) La stabilirea sortului granular al nisipului și a dimensiunii maxime a granulei de agregat se va ține seama și de distanța minimă liberă dintre două sârme alăturate și de grosimea stratului de protecție.

c) La prepararea amestecurilor pentru mortarele și betoanele aplicate prin torcretare la lucrări din beton precomprimat nu se vor folosi aditivi.

d) Se va efectua o curățire îngrijită a suprafeței, eventual prin sablare; dacă există urme de rugină, acestea vor fi îndepărtate de pe armătură; după sablare se va efectua curățirea suprafeței cu un jet de aer. Dacă armătura a fost protejată temporar, de exemplu cu lapte de ciment sau cu alte substanțe de protecție temporară care reduc aderența, acestea se vor îndepărta prin procedeul care se va dovedi mai eficient (sablare, jet de apă ori aer comprimat

etc.). Dacă se prevede ca protecția temporară să se păstreze, curățirea se va face cu procedee care să nu conducă la degradarea ei.

e) Aplicarea mortarului prin torcretare la protejarea armăturilor înfășurate sub tensiune pe recipienți se va face, de regulă, după umplerea cu apă a acestora, eliminarea tuturor pierderilor și realizarea, în măsura în care este posibil, a presiunii maxime de apă ce se dezvoltă în exploatare. Recipientul nu se va goli până la obținerea rezistenței prescrisă prin proiect pentru torcret. Pentru aplicarea prevederilor acestui punct fără întârzia protecția prin torcret este necesar să se asigure condițiile necesare umplerii cu apă înainte de efectuarea precomprimării prin înfășurare.

**8.27** Protecția prin torcretare a armăturilor la tuburile din beton precomprimat executate în fabrici se va face pe baza prevederilor specifice tehnologiei folosite.

**8.28** Protecția armăturilor cu beton sau mortar turnat se va prevedea în proiect și se va realiza numai pe baza unor experimentări prealabile, prin care să se stabilească detaliile de execuție în funcție de condițiile specifice (distanță între armături, posibilitate de compactare, aderența de stratul suport etc.).

**8.29** Sistemele de protecție anticorozivă a suprafeței straturilor aplicate prin torcretare sau turnare se vor adopta și executa pe baza prevederilor din instrucțiunile tehnice C170-87 și din partea A a prezentului cod de practică.

Pentru cazurile necuprinse în reglementările menționate se va cere avizul unui institut sau laborator de specialitate.

**Protecția ancorajelor**

**8.30** Protecția ancorajelor se va asigura prin:

- acoperire suficientă cu beton
- compactitate ridicată a betonului de acoperire
- peliculizări prealabile
- alte protecții (capsulare și injectare, capsulare și gresare).

## 9. CONTROLUL CALITĂȚII ȘI RECEPȚIONAREA LUCRĂRILOR DIN BETON PRECOMPRIMAT

**9.1** Executarea lucrărilor de precomprimare va respecta prevederile de la pct. 1.7-1.11.

**9.2** Lucrările din domeniul betonului precomprimat trebuie să fie realizate într-un sistem de asigurare a calității, prin:



- existența sistemului de asigurare a calității în unitatea executantă în conformitate cu prevederile SR EN ISO 9001-95 „Sistemele calității. Model pentru asigurarea calității în proiectare, dezvoltare, producție, montaj și service" sau SR EN ISO 9002-95 „Sistemele calității. Model pentru asigurarea calității în producție, montaj și service", sau, cel puțin,
- întocmirea și aplicarea unui plan al calității pentru lucrările respective, conform prevederilor Regulamentului privind conducerea și asigurarea calității în construcții.

Executantul va trebui să verifice existența, în proiect, a datelor necesare verificării calității lucrărilor.

Se vor stabili punctele de staționare pentru care se întocmesc procese-verbale de lucrări ascunse legate de:

- realizarea canalelor/tecilor și starea lor înaintea operațiilor de introducere a tecilor sau de tensionare
- realizarea fasciculelor incluzând și ancorajele și starea lor
- verificarea forței de control și a frecărilor
- aplicarea protecțiilor.

De asemenea, executantul va trebui să întocmească fișe chestionar de control al calității lucrărilor și va căuta ca aceste materiale să fie cât mai complete.

**9.3** Între executant și proiectantul construcției trebuie stabilite relații directe și precise în vederea aplicării de măsuri corective în cazul apariției de neconformități.

**9.4** Executantul va trebui să asigure condițiile preliminare și a celor din timpul operației de pretensionare.

**9.5** Controlul și certificarea calității la confecționarea și montarea armăturilor preîntinse se vor face prin verificarea activităților și datelor numerice de la pct. 3.8 a, 3.14, 3.20, și 3.24 iar în cazul armăturilor postîntinse de la pct. 3.37, 3.38, și 3.42.

**9.6** Controlul și certificarea calității pentru operația de pretensionare a armăturilor se fac prin activitățile și documentele întocmite conform pct. 7.4, 7.6, 7.7, 7.8, 7.11 și 7.14, pentru armăturile preîntinse, și 7.4, 7.17, 7.21, 7.22, 7.23, 7.24, 7.29, 7.33 și 7.37, pentru armăturile postîntinse.

În cazul unor procedee speciale de precomprimare (exemplu înfășurare), controlul și certificarea calității se vor face conform reglementărilor specifice acestor procedee.

**9.7** Controlul şi certificarea calităţii protecţiei armăturilor postîntinse prin injectarea amestecului de ciment se fac prin activităţile şi documentele întocmite conform pct. 8.7 şi 8.20.

În cazul altor materiale de injectare (smoală plastifiată, răşini epoxidice, produse pe bază de cauciuc) sau a unor tehnologii speciale (de exemplu vacuumare), controlul şi certificarea se vor face în condiţiile pct. 8.1.

**9.8** Controlul şi certificarea calităţii protecţiei cu beton sau torcret a armăturii pretensionate exterioare se fac în conformitate cu prevederile părţii A a prezentului cod de practică şi instrucţiunilor C130-78.

**9.9** Controlul şi certificarea calităţii elementelor şi structurilor din beton precomprimat prin probe de încărcare se vor efectua pe baza caietelui de sarcini sau reglementărilor specifice (STAS 6657/1-89).

## 10. MĂSURI PRIVIND TEHNICA SECURITĂŢII MUNCII ŞI PROTECŢIA CONTRA INCENDIILOR

**10.1** La executarea lucrărilor din beton precomprimat se vor respecta normele de protecţia muncii în activitatea de construcţii montaj precizate prin „Regulamentul privind protecţia şi igiena muncii în construcţii" emis prin Ord. M.L.P.A.T. nr. 9/1993 precum şi următoarele prevederi specifice:

- La începerea lucrărilor de precomprimare este obligatorie întocmirea convenţiei de lucru (conform N.D.P.M.C.M.).
- În timpul pretensionării armăturilor şi transferului forţei de precomprimare se vor lua măsurile necesare pentru a se împiedica circulaţia şi staţionarea personalului muncitor în spatele preselor sau în lungul liniilor tehnologice şi se vor prevedea panouri de avertizare.
- La elementele cu armătura preîntinsă, capetele stendului sau ale tiparelor portante vor fi prevăzute cu apărători metalice (prinse de culeile stendului sau de extremităţile tiparelor) care se rabat în faţa ancorajelor asigurând protecţia necesară.
- La elementele cu armături postîntinse, se vor lua măsuri speciale de precauţie în timpul pretensionării, pentru ca eventuala proiectare a penelor de ancorare, a preselor, a sârmelor sau fasciculelor produse de ruperea unor sârme sau a fasciculului, cedarea ancorajelor, defectarea instalaţiei de tensionare, manevrare greşită etc. să nu producă accidente de muncă.



În timpul pretensionării se va utiliza un manşon metalic de protecţie montat concentric cu inelul ancorajului.

- Personalul utilizat la lucrările de beton precomprimat va primi un instructaj special, referitor la utilizarea instalaţiilor respective precum şi la următoarele probleme cu caracter general:

• cauzele care pot produce ruperi de sârme, scăpări bruşte din ancoraje, declavetarea violentă din presă a armăturilor, atât ca urmare a unor defecţiuni de materiale (beton, sârme, ancoraje, instalaţii de pretensinare), cât şi a efectuării greşite a unor operaţii (necentrarea ancorajelor pe golul canalelor, încălecarea sârmelor în ancoraj sau în blocajul presei, lipsa de coordonare în creşterea presiunii la tensionarea de la ambele extremităţi ale fasciculului, scăderea bruscă a presiunii, lovirea ancorajelor după blocare etc.);

• traiectorii posibile, în caz de cedare, ale ancorajelor şi armăturilor pretensionate;

• pericolul de accidentare pe care-l prezintă jetul fluidului din instalaţia de tensionare şi injectare, când presiunea de lucru este ridicată, în cazul cedării racordurilor sau al deteriorării acestor instalaţii;

• organizarea locului de muncă astfel încât echipa de pretensionare să poată lucra în poziţie laterală faţă de armătura în curs de tensionare;

• suspendarea preselor pentru a nu cădea în cazul unei declavetări bruşte;

• necesitatea prevederii la podeaua schelei sau a nacelei de lucru a unei rame care să împiedice căderea sculelor, ancorajelor, pieselor de schimb etc., depozitate pe platforma respectivă;

• necesitatea purtării echipamentului de protecţie specific acestor lucrări (cască la operaţiile de precomprimare, ochelari de protecţie la operaţiile de injectare);

• decuplarea presei din cârligul macaralei, în timpul pretensionării.

**10.2** Punctele de lucru şi magaziile de materiale vor fi echipate cu picheţi de incendiu dotaţi cu lăzi de nisip, lopeţi, cazmale şi stingătoare portabile cu spumă chimică.

**10.3** Pentru prevenirea accidentelor prin electrocutare, instalaţiile electrice vor fi legate în mod obligatoriu la pământ. Rezistenţa electrică a instalaţiilor de legare la pământ trebuie măsurată de două ori pe an.

## DOCUMENTE DE REFERINȚĂ

| Nr.crt. | DOCUMENT |
|---|---|
| 1. | „Cod de practică pentru executarea lucrărilor din beton, beton armat și beton precomprimat. Partea A: Beton și beton armat" |
| 2. | CR 2-01 „Cod de proiectare pentru structuri din beton" (în curs de elaborare) |
| 3. | GAT 253 „Ghid privind metodologia de agrementare a armăturilor pentru precomprimare utilizate la construcții civile, industriale și speciale" |
| 4. | GAT 254 „Ghidul privind metodologia de agrementare a ancorajelor și sistemelor de blocare pentru precomprimare utilizate la construcții civile, industriale și speciale" |
| 5. | Ord. M.L.P.A.T. nr. 9/1993 „Regulament privind protecția și igiena muncii în construcții" |
| 6. | SR 3011-95 „Cimenturi hidrotehnice și cimenturi rezistente la sulfați" |
| 7. | SR 388-95 „Ciment Portland" |
| 8. | SR EN ISO 9001-95 „Sistemele calității. Model pentru asigurarea calității în proiectare, dezvoltare, producție, montaj și service" |
| 9. | SR EN ISO 9002-95 „Sistemele calității. Model pentru asigurarea calității în producție, montaj și service" |
| 10. | ST 009-1996 „Specificație tehnică privind cerințe și criterii de performanță pentru produse din oțel utilizate ca armături în structuri din beton" |
| 11. | STAS 10617/2-84 „Țevi din polietilenă de înaltă densitate. Dimensiuni" |
| 12. | STAS 1275-88 „Încercări pe betoane. Încercări pe betonul întărit. Determinarea rezistențelor mecanice" |
| 13. | STAS 165-83 „Încercările metalelor. Încercarea de duritate Brinell" |
| 14. | STAS 1667-76 „Agregate naturale grele pentru betoane și mortare cu lianți minerali" |
| 15. | STAS 2300-88 „Toleranțe generale pentru piese prelucrate prin așchiere" |
| 16. | STAS 2598/1-79 „Uleiuri emulsionabile pentru prelucrarea metalelor. Ulei PE1 tip A" |
| 17. | STAS 4095-87 „Măsuri de capacitate din sticlă, pentru laborator. Cilindri gradați" |



| Nr.crt. | DOCUMENT |
|---|---|
| 18. | STAS 4372-89 „Piuliță hexagonală înaltă. Clasele de execuție A și B" |
| 19. | STAS 493-91 „Încercările metalelor. Încercarea de duritate Rockwell scările A, B, C, D, E, F, H, K" |
| 20. | STAS 500/2-80 „Oțeluri de uz general pentru construcții. Mărci" |
| 21. | STAS 6605-78 „Încercările metalelor. Încercarea la tracțiune a oțelului beton, a sârmei și a produselor din sârmă pentru beton precomprimat" |
| 22. | STAS 6657/1-89 „Elemente prefabricate de beton, beton armat și beton precomprimat. Condiții tehnice generale de calitate" |
| 23. | STAS 6657/2-89 „Elemente prefabricate de beton, beton armat și beton precomprimat. Reguli și metode de verificare a calității" |
| 24. | STAS 6675/2-92 „Țevi din policlorură de vinil neplastifiată. Dimensiuni" |
| 25. | STAS 7721-90 „Tipare metalice pentru elemente prefabricate de beton, beton armat și beton precomprimat. Condiții tehnice de calitate" |
| 26. | STAS 790-84 „Apă pentru betoane și mortare" |
| 27. | STAS 791-88 „Oțeluri aliate pentru tratament termic, destinate construcției de mașini. Mărci și condiții tehnice de calitate" |
| 28. | STAS 880-88 „Oțeluri carbon de calitate pentru tratament termic, destinate construcției de mașini. Mărci și condiții tehnice de calitate" |
| 29. | STAS 9150-80 „Benzi late din oțel laminate la rece. Dimensiuni" |
| 30. | STAS 9485-80 „Oțel laminat la rece. Table și benzi pentru ambutisare. Condiții tehnice generale de calitate" |
| 31. | C130-78 „Instrucțiuni tehnice pentru aplicarea prin torcretare a mortarelor și betoanelor" |
| 32. | C 170-87 „Instrucțiuni tehnice pentru protecția elementelor din beton armat și beton precomprimat supraterane în medii agresive naturale și industriale" |
| 33. | H.G.R. nr. 766/1997 „Hotărâre privind aprobarea unor regulamente privind calitatea în construcții" |
| 34. | H.G.R. nr. 1046/1996 „Hotărâre privind înființarea și organizarea Comisiei Naționale de Atestare a Mașinilor și Echipamentelor Tehnologice de Construcții și a Registrului Român al Mașinilor și Echipamentelor Tehnologice de Construcții" |

## NOȚIUNI SPECIFICE BETONULUI PRECOMPRIMAT

| Nr.crt. | Noțiune | Definiție |
|---|---|---|
| 1. | Precomprimare | Acțiune prin care se introduc deformații și eforturi inițiale într-un element de construcție. |
| 2. | Pretensionare | Acțiunea de introducere a efortului de întindere în armătura de înaltă rezistență. |
| 3. | Armătură pretensionată | Armătură de înaltă rezistență cu ajutorul căreia se realizează precomprimarea. Se deosebesc două tipuri de armătură pretensionată:<br>- preîntinsă<br>- postîntinsă. |
| 4. | Armătură preîntinsă | Armătura care se pretensionează și se fixează cu blocaje înainte de turnarea elementului, între puncte fixe, pe culei (la standuri) sau pe tipare rigide, capabile să preia până la transfer efortul din armătura pretensionată; armătura preîntinsă este înglobată în betonul turnat, care prin întărire asigură conlucrarea cu acesta prin aderență. Transferul se efectuează după atingerea rezistenței prescrise a betonului, prin eliberarea armăturilor din blocaje lent sau brusc (prin tăiere). Precomprimarea are loc prin antrenarea betonului în tendința de scurtare elastică a armăturilor aderente. |
| 5. | Armătură postîntinsă | Armătură care se pretensionează după turnarea și întărirea elementului; armătura postîntinsă este așezată fie în canale prevăzute în interiorul secțiunii elementului, fie la exteriorul acestuia. Armătura postîntinsă se pretensionează cu dispozitive speciale care reazemă direct pe element, astfel încât concomitent cu pretensionarea are loc și transferul. În această categorie se consideră și elementele și construcțiile la care precoprimarea se realizează prin înfășurarea armăturii sub tensiune pe betonul întărit (tuburi, rezervoare etc.). |



| | | |
|---|---|---|
| | | După precomprimare, se realizează aderența cu betonul și protecția contra coroziunii, prin injectare, betonare sau torcretare. |
| 6. | Blocare | Operațiunea de la sfârșitul pretensionării prin care armătura preîntinsă este fixată cu blocaje pe culei sau tipar metalic portant, respectiv armătura postîntinsă este fixată cu ancoraje pe elemente. |
| 7. | Armătură nepretensionată pasivă | Armătură nepretensionată cu rol preponderent constructiv, în elemente din beton precomprimat. |
| 8. | Armătură nepretensionată complementară | Armătură de tip PC 52 sau PC 60 dispusă pe aceiași direcție cu armătură pretensionată care participă împreună cu armătura pretensionată la realizarea solicitării capabile necesare pentru starea limită de rezistență având totodată rol esențial în satisfacerea condițiilor de verificare la fisurare și deformații. |
| 9. | Efort de precomprimare, $N_0$, $N_p$ | Solicitarea de compresiune preluată de beton și armătura nepretensionată după transfer, reprezentând efectul precomprimării în secțiunea elementului. |
| 10. | Forță de pretensionare, $N_k$ | Forța exercitată asupra armăturii de către utilajele și dispozitivele de pretensionare |
| 11. | Transfer | Transmiterea forței de pretensionare asupra betonului și armăturii nepretensionate ale elementului. |
| 12. | Ancorarea armăturii pretensionate prin aderență | Ancorarea utilizată la elementele din beton precomprimat cu armătură preîntinsă, realizată prin aderența armăturii pretensionate la beton, pe lungimea de transmitere $l_p$. |
| 13. | Ancorarea armăturii pretensionate cu ancoraje | Ancorare utilizată la elementele cu armătura postîntinsă realizată cu piese speciale de fixare la extremitățile armăturii pretensionate, care pot fi metalice sau din beton armat, înglobate în masa betonului sau dispuse la suprafața betonului. |
| 14. | Fază inițială | Faza considerată imediat după transfer. |
| 15. | Fază finală | Fază considerată după ce au loc toate pierderile de tensine din armatura pretensionată. |
| 16. | Zonă întinsă | Zonă din secțiunea unui element din beton precomprimat în care, în ipoteza de calcul considerată, apar eforturi unitare normale de întindere. |

| | | |
|---|---|---|
| 17. | Zonă comprimată | Zonă din secțiunea unui element din beton precomprimat în care, în ipoteza de calcul considerată, apar eforturi unitare de compresiune. |
| 18. | Lungime de transmitere $l_t$ | Lungime care corespunde porțiunii din zona de transfer, pe care forța de pretensionare se transmite progresiv, la beton, prin aderență. Lungimea de transmitere se referă numai la porțiunea în care legătura dintre armătura pretensionată și beton se realizează în stadiile de lucru elastic și elasto-plastic. |
| 19. | Zonă de transfer | Zonă care cuprinde porțiunea de la capătul elementului și până la secțiunea în care forța de pretensionare rămasă în armătură este preluată în întregime de beton și în care deformațiile specifice ale armăturii pretensionate și ale betonului devin egale. |
| 20. | Lungime de ancorare $l_a$ | Lungimea minimă necesară pentru ca armătura înglobată în beton să atingă capacitatea de rezistență (de rupere), sau o forță dată, fără a se smulge. |
| 21. | Canal pentru armături postîntinse | Canal realizat într-un element de beton armat și în care se introduc armăturile postîntinse. Pot fi:<br>- căptușite (la care teaca/țeava care formează canalul rămâne definitiv în beton)<br>- necăptușite (la care teaca este extrasă, canalul rămânând cu suprafața din beton) |
| 22. | Procedeu de precomprimare | Procedeu utilizat la realizarea efortului de precomprimare cu armături preîntinse sau armături postîntinse |
| 23. | Injectare | Operația de introducere sub presiune a unui amestec (de regulă pastă de ciment) în canalele în care este așezată armătura postîntinsă, operație având drept scop atât realizarea aderenței acestei armături, cât și protecția ei împotriva coroziunii. |





## DETALII ȘI CONDIȚII TEHNICE CARE TREBUIE SPECIFICATE ÎN PROIECTUL DE EXECUȚIE SAU ÎN CAIETUL DE SARCINI

1. Calitatea oțelului utilizat la confecționarea armăturilor pretensionate și nepretensionate și, dacă este cazul, tipul protecției temporare aplicată în fabrică, inclusiv cerințe pentru ancoraje.

2. Razele de racordare în punctele de deviație ale armăturilor pretensionate, cotarea punctelor de tangență și de schimbare de curbură.

3. Modul de realizare a canalelor (căptușite sau necăptușite), precum și a etanșării la înnădirea tecilor și la trecerea canalelor prin rosturile dintre bolțari sau panouri.

4. Punctele de amplasare a orificiilor de injectare și de eliminare a aerului precum și detaliile pentru realizarea constructivă a acestora.

5. La armăturile preîntinse, măsurile speciale care trebuie să fie luate în cazul în care distanțele dintre armături sunt mai mici decât valorile specificate în prescripțiile procedeului tehnologic de pretensionare utilizat (devierea armăturilor, suprapunerea ancorajelor etc.).

6. Punctele de amplasare și detaliile pentru realizarea constructivă a dispozitivelor care asigură păstrarea poziției corecte a armăturilor pretensionate în timpul turnării și vibrării betonului, precum și abaterile maxime admise de la poziția din proiect a acestora.

7. Ordinea de montare a diverselor componente ale armăturii.

8. Clasa betonului, rezistențele de control la transfer și eventual la alte faze (decofrare, manipulare, livrare, ș.a.), precum și marca mortarului torcretat, respectiv clasa betonului de protecție.

9. Alte caracteristici necesare pentru definirea calității betonului: impermeabilitatea, rezistența la îngheț-dezgheț, rezistența la uzură, eventuale indicații speciale privind tipurile de ciment ce se vor utiliza sau dimensiunile maxime ale agregatelor ș.a.

10. Indicații privind tehnologia de punere în operă a betonului (zonele de începere a betonării, direcția de turnare, grosimea maximă a straturilor, modul de compactare, eventualele rosturi de turnare), tratamentul betonului după turnare.

11. La elementele asamblate din bolțari sau din panouri: forma și dimensiunile rosturilor, modul de tratare a suprafețelor de contact în rost, modul de rezemare a bolțarilor și de umplere a rosturilor, marca mortarului din rosturi, precum și rezistența lui minimă admisibilă în momentul precomprimării, detaliile necesare realizării, rezemării și monolitizării acestor elemente.

12. La elementele mixte, modul de tratare a suprafețelor de contact ale pieselor prefabricate, modul de rezemare a acestor piese în perioada de execuție, ș.a.

13. Măsurile constructive care trebuie să fie luate pentru asigurarea intrării în lucru a greutății proprii a elementului la terminarea operațiilor de precomprimare.

14. Indicații pentru pretensionarea armăturilor, cuprinzând:

- măsurile constructive care trebuie luate pentru a se asigura schema statică considerată la proiectare pentru faza de precomprimare;
- ordinea de pretensionare a armăturilor;
- mărimea efortului unitar de control și limitele alungirilor pentru fiecare armătură pretensionată în parte;
- indicarea fasciculelor care trebuie să fie pretensionate simultan;
- în cazul pretensionării armăturilor în etape, rezistența minimă a betonului, numărul de armături întinse și efortul unitar de control corespunzător fiecărei etape în parte;
- mărimea pierderilor de tensiune tehnologice considerate în calcule; se recomandă ca la elementele cu armătură preîntinsă să se indice pierderile tehnologice atât pentru varianta de execuție pe tipar portant, cât și pe stand.

15. Obligația verificării prin măsurători directe, la precomprimarea primelor elemente din construcție, a diagramei efective forță-alungire pentru fascicul, a pierderilor reale de tensiune datorită frecărilor pe traseu, precum și a lunecărilor și deformațiilor locale în ancoraje.

16. Obligația executantului de a anunța și stabili de comun acord cu proiectantul, măsurile de luat în cazul în care, la pretensionarea armăturilor postîntinse, alungirile prevăzute nu se înscriu în limitele prescrise prin programul de pretensionare definitivat în urma verificărilor și determinărilor efectuate pe șantier.

17. Intervalul de timp maxim între pretensionare și executarea protecției armăturilor și condiția, dacă este cazul, ca în timpul executării și întăririi stratului de protecție al armăturilor pretensionate exterioare, elementul să fie solicitat cu o încărcare dată.

18. Modul de rezemare, ridicare și manipulare la depozitarea, transportul și montarea elementelor prefabricate și preturnate.

19. În cazul elementelor amplasate în medii agresive, condițiile speciale care trebuie să fie asigurate în timpul execuției, soluția de protecție a suprafețelor elementelor în contact cu mediul agresiv, condițiile obligatorii de întreținere permanentă a acesteia în exploatare.

20. În cazul prevederii unor încercări, schemele de încărcare și valorile de control, stabilite în funcție de rezistența betonului la data încercării, de efortul din armături și de pierderile de tensiune din armătura pretensionată survenite până în momentul încercării.

21. Fazele de execuție determinante, cu menționarea punctelor de staționare.



22. Condițiile de toleranțe la execuție privind dimensiunile elementelor, poziția armăturilor, mărimea rosturilor, acoperirile cu beton (ținându-se seama de eventualele tratamente de suprafață).

23. Condiții specifice de control al calității și de recepție a elementelor prefabricate.

24. Breviarul notelor de calcul.

25. Obligații pentru proiectanții tehnologi și de instalații precum și pentru proprietarul construcției de a nu practica găuri, împușcări de bolțuri sau fixări de dibluri în elementele din beton precomprimat.

26. Măsuri speciale de protecția muncii.

OBSERVAȚIE: Datele prevăzute la pct. 1 ... 26 nu sunt limitative, proiectantul având obligația de a specifica în plus orice alte date necesare pentru buna execuție a construcției, asigurarea securității și exploatării normale a construcției.

## CARACTERISTICILE PRINCIPALE ALE PROCEDEELOR INCERC DE PRECOMPRIMARE CU ARMĂTURĂ POSTÎNTINSĂ

| Nr crt | Caracteristici | | Fascicul 12Φ5 mm | Fascicul 12Φ7 mm | Fascicul 24Φ7 mm | Fascicul 48Φ7 mm | Obs |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. | Secțiunea, mm² | | 235 | 462 | 924 | 1846 | a |
| 2. | Tipul de ancoraj (vezi detaliu în anexa 7) | la capătul fix | inel-con sau dorn | inel-con sau dorn | inel-con sau dorn | inel-con cu caneluri sau dorn | - |
| 3. | | la capătul tras | inel-con | inel-con | inel-con | inel-con cu caneluri | - |
| 4. | Diametrul interior minim al canalului în funcție de modul de realizare a acestuia, mm | căptușit cu teacă din bandă de tablă sau țevi metalice | 35 | 43 | 67<br>60 | 102<br>80 | b |
| 5. | | căptușit cu teacă din PVC sau polietilenă | 34 | 43 | 67<br>60 | 80 | b |
| 6. | | necăptușit, obținut prin extragerea unor țevi metalice sau din material plastic | 35 | 50 | 67<br>63 | 102<br>85 | b |
| 7. | Grosimea minimă, a stratului de acoperire cu beton, în cazul: | canal căptușit | 30 (20) | 40 | 40 | 40 | c;d |
| 8. | | canal necăptușit | 40 (30) | 50 | 50 | 50 | c;d |
| 9. | Distanța minimă (lumina dintre canale), mm, în cazul: | canal căptușit | 30 | 30 | 30 | 40 | - |
| 10. | | canal necăptușit | 40 | 40 | 40 | 40 | - |
| 11. | Dimensiunile ancorajului la capătul tras, mm | diametrul | 80 | 110 | 160 | 196 | - |
| 12. | | înălțimea | 55 | 75 | 80 | 140 | - |



| Nr crt | Caracteristici | | Fascicul 12Φ5 mm | Fascicul 12Φ7 mm | Fascicul 24Φ7 mm | Fascicul 48Φ7 mm | Obs |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 13. | Dimensiunile | diametrul | 40 | 50 | 70 | 100 | - |
| 14. | dornului la capătul fix, mm | lungimea | 100 | 150 | 200 | 300 | - |
| 15. | Dimensiunile minime ale plăcii de repartiție, mm | izolată | 100x 100x12 | 140x 140x16 | 200x 200x20 | 300x 300x30 | - |
| 16. | | comună la mai multe ancoraje (grosimea) | 10 | 14 | 18 | 20 | - |
| 17. | Dimensiunile plăcuțelor de reze-mare a dornului pe placa de re-partiție, mm | | 35x55x 12 | 45x65x 15 | 60x90x 15 | 100x 120x25 | c |
| 18. | Diametrul găurilor în plăcile de repartiție la capătul cu ancoraj inel-con, mm | | Φext. teacă înglobată sau extrasă + 2 mm dar minim 40 și maxim 50 | Φext. teacă înglobată sau extrasă + 2 mm dar minim 52 și maxim 65 | Φext. teacă înglobată sau extrasă + 2 mm dar minim 72 și maxim 80 | Φext. teacă înglobată sau extrasă + 2 mm dar minim 106 și maxim 115 | - |
| 19. | Dimensiunile găurilor în plăcile de repartiție și ale canalului la capătul cu dorn, mm | înălțime (perpendiculară pe axa dornului) | 50 ... 53 | 62 ... 65 | 84 ... 86 | 125... 128 | b |
| 20. | | lățime | 34 ... 42 | 42 ... 52 | 84 ... 86 | 91... 112 | |
| 21. | Distanța minimă, mm, între axele a două ancoraje învecinate pentru cazul: | pretensionare simultană a două fascicule | 230 (180) | 260 (230) | 260 | 400 | f |
| 22. | | pretensionare succesivă | 130 (90) | 180 (130) | 190 | 270 | f |
| 23. | | ancoraj inel-con alături de dorn | 100 (80) | 155 (100) | 170 | 200 | g |

| Nr crt | Caracteristici | | Fascicul 12Φ5 mm | Fascicul 12Φ7 mm | Fascicul 24Φ7 mm | Fascicul 48Φ7 mm | Obs |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 24. | Distanța minimă de la axul ancorajului la marginea secțiunii, mm | | 70 (60) | 90 (80) | 120 | 160 | h |
| 25. | Lungimi suplimentare necesare | fascicul cu dorn | 800 (650) | 1150 (800) | 1150 | 1500 | f, i |
| 26. | pentru prinderea în prese și ancoraje, mm | tragere de la ambele capete | 1400 (1200) | 2100 (1400) | 2100 | 2650 | f, i |
| 27. | Gabaritul preselor la cursa maximă, mm | | 230x230x1200 (180x180x1000) | 260x300x1350 (230x230x1200) | 260x300x1350 | 400x450x1350 | f |
| 28. | Spațiul liber de la fața ancorajului, necesar pentru montarea presei pe fascicul (centract pe axul acestuia) | | 1400 mm | 1400 mm | 1700 mm | 2000 mm | - |

OBSERVAȚII:

a) În limita numărului maxim de sârme prevăzut în fascicule se pot folosi numai numere pare la fasciculele din coloanele 4, 5, 6 și multiplu de 3 pentru coloana 7.

b) Diametrul canalului se racordează la diametrul găurii din placa de repartiție, cu o pantă de aprox. $2^0$. Racordarea se poate face cu trompete din tablă sau piese de formă adecvată, recuperabile.

c) Valorile în paranteză se referă la plăci și pereți cu grosimea până la 100 mm inclusiv.

d) Valorile pot fi reduse cu 10 mm în cazul elementelor prefabricate.

e) Dimensiunea mare este perpendiculară pe axa dornului.

f) Se recomandă adoptarea primelor valori care permit folosirea unei game mai mari de instalații de tensionare.

g) Distanțele sunt valabile în cazul în care orientarea găurii din placa de repartiție permite așezarea dornului astfel încât prelungirea axei acestuia să nu intersecteze ancorajul incl-con alăturat.

h) Valorile în paranteză se referă la cazul plăcilor de repartiție comune la toate ancorajele.

La ancorajele cu dorn metalic, valorile sunt valabile pentru cazul în care dornul se dispune paralel cu marginea cea mai apropiată a secțiunii. În cazul în care dornul se dispune perpendicular pe marginea cea mai apropiată, distanța minimă prescrisă se măsoară din axa plăcuței de sub dorn, situată lângă marginea secțiunii.

La amplasarea ancorajelor de la partea de jos a secțiunii trebuie să se țină seama de modul de rezemare a elementului și de gabaritul utilajului.

Distanțele se sporesc pentru unele situații speciale la care condițiile de armare transversală a zonelor de capăt și de compactare a betonului sunt mai dificile (exemplu: nervurile de ancorare de la rezervoarele din beton precomprimat).

i) Valorile sunt orientative și ele se definitivează în funcție de utilajul existent pe șantier.

## DISPOZITIVE ELABORATE DE INCERC

**pentru:**

- **confecționarea și montarea armăturilor**
- **protecția prin injectare**

| Denumirea utilajului sau dispozitivului | Domeniul de utilizare | Caracteristici tehnice principale |
|---|---|---|
| 1. Coș pentru derulat sârmă din colaci (proiect BP 389-0) | Menținerea colacului în timpul derulării | Diametrul maxim al colacului: 2000 mm<br>Masa netă 16 kg |
| 2. Dispozitiv cu role pentru antrenare SBP (proiect BP 365-0) | Derularea sârmei SBP din colaci | Diametrul sârmei: 7 mm<br>Viteza de avans: 0,75÷1,5 m/s<br>Motorul electric: 1,1 kW; 1500 rot/minut<br>Masa netă: 43 kg |
| 3. Foarfecă pentru tăiat SBP (proiect BP 304-0) | | Acționare manuală<br>Diametrul sârmei: 5 ... 7 mm<br>Masa netă: 25 kg |
| 4. Modificări la mașina de tăiat oțel beton (MTOB) pentru tăiat SBP Φ7 (proiecte BP 388-0A și BP 391) | Derularea din colac și tăierea la lungime | |
| 5. Tambur multifuncțional pentru armături pretensionate (proiect BP 472-0A) | Rularea fasciculelor în atelier și montarea în canale | Diametrul de înfășurare:2800 mm<br>Viteza de înfășurare: 22 m/minut<br>Turația tamburului: 2,5 rot/minut<br>Motorul electric: 8 kW; 675 rot/minut<br>Masa netă: 2600 kg |
| 6. Trăgător mecanic (proiect BP 446-0) | Montarea fasciculelor în canale | Forța de tragere: 5kN<br>Viteza: 0,5 m/s<br>Motorul electric: 3 kW; 1500 rot/minut |



| Denumirea utilajului sau dispozitivului | Domeniul de utilizare | Caracteristici tehnice principale |
|---|---|---|
| 7. Agitator vertical (proiect BP 69-00C) | Prepararea amestecului de injectare | Capacitate vas: 120 l<br>Turația elicelor: 1500 rot/minut<br>Motorul electric: 1,5 kW; 1500 rot/minut<br>Masa netă: 50 kg |
| 8. Agitator tampon pentru pompa de injectat (proiect BP 400-0) | Malaxarea cu turație mică a amestecului de injectare | Capacitate vas: 400 l<br>Turația elicelor: 100 rot/minut<br>Motorul electric: 2,2 kW; 1500 rot/minut |
| 9. Pompa pentru injectat suspensie de ciment (proiect BP 69-0) | Injectarea fasciculelor | Debit: 1000 l/oră<br>Presiunea maximă: 20 bar<br>Motorul electric: 2,2 kW; 1500 rot/minut<br>Masa netă: 50 kg |

## REALIZAREA CANALELOR PENTRU FASCICULE CONFORM ANEXEI 4

Materialele şi utilajele existente în ţară permit realizarea canalelor în următoarele variante:

**1. Canale căptuşite**

1.1 Teacă fără falţ executată prin înfăşurare elicoidală, din bandă laminată la rece: A - fm - MT - 0,3x60 sau 0,3x60 - MT – b, conform STAS 9150-80 80/A2 k – 03, conform STAS 9485-80

Tabelul 6.1

| $D_{int}/D_{ext}$ *) (mm) | 35/40 | 45/50 | 67/72 | 80/85 |
|---|---|---|---|---|
| Masa (kg/ml) | 0,65 | 0,81 | 1,20 | 1,43 |
| Tipul de fascicul la care se utilizează | 12Φ5 | 12Φ7 | 24Φ7 | 48Φ7 |

*) În funcţie de dotarea maşinii de confecţionat, se pot executa şi alte tipuri intermediare.

1.2 Teacă cu falţ elicoidal executată din bandă laminată la rece 0,6x137 - MT – b, conform STAS 9150-80 sau A2 k – 03, conform STAS 9485-80.

Tabelul 6.2

| $D_{int}/D_{ext}$ *) (mm) | 90/95 | 102/107 |
|---|---|---|
| Masa (kg/ml) | 1,82 | 2,07 |
| Tipul de fascicul la care se utilizează | 48Φ7 | 48Φ7 |

**) Tipuri introduse în producţie la maşina tip SPIRO, cu ocazia lucrărilor pentru CNE Cernavodă.*

1.3 Teacă din ţeavă PVC conform STAS 6675/2-92.

Îmbinarea ţevilor se poate face cu manşoane din PVC sau prin mufare. În ambele cazuri lipirea se va face cu adeziv PCD 13.

Ţevile recomandate în funcţie de tipul fasciculului sunt indicate în tabelul 6.3.

Nu se vor utiliza teci cu grosimea peretelui mai mare decât cea care rezultă din tabel.





| $D_{int}/D_{ext}$ (mm) | 34/40 | 42,6/50 | 67,8/75 |
|---|---|---|---|
| Masa (kg/ml) | 0,525 | 0,805 | 1,210 |
| Tipul de fascicul la care se poate utiliza | 12Φ5 | 12Φ7 | 24Φ7 |

1.4 Teacă din ţeavă de polietilenă conform STAS 10617/2-84.

Tevile recomandate în funcţie de tipul fasciculului sunt date în tabelul 6.4.

Îmbinarea ţevilor se face prin sudare cap la cap. După sudare se va controla cu o piesă calibrată dacă bavura de material, formată la interiorul ţevii, nu va împiedica introducerea fasciculului.

Ţevile din polietilenă pot fi rulate ceea ce permite evitarea îmbinărilor.

Pentru condiţii tehnologice mai uşoare sau pe bază de verificări experimentale se pot utiliza şi ţevi cu grosimea pereţilor mai redusă recomandabil fără îmbinări pe traseu.

Nu este permisă utilizarea ţevilor cu grosimea mai mare ca cea din tabel.

Tabelul 6.4

| $D_{int}/D_{ext}$ (mm) | 35,4/40 | 44,2/50 | 69,2/75 |
|---|---|---|---|
| Masa (kg/ml) | 0,285 | 0,440 | 0,976 |
| Tipul de fascicul la care se poate utiliza | 12Φ5 | 12Φ7 | 24Φ7 |

1.5 Teacă formată din ţevi metalice cu pereţii subţiri.

Diametrul interior al ţevilor trebuie să respecte valorile minime date în anexa 3.

Controlul şi certificarea calităţii la şantier a diverselor tipuri de teci se va face prin examinarea documentelor de livrare, a dimensiunilor, integritatea secţiunii transversale şi a falţului etc.

**2. Canale necăptuşite**

2.1 Se recomandă ca executarea canalelor necăptuşite prin extragerea ţevilor/tecilor să se aplice numai în cazul elementelor prefabricate; nu se recomandă aplicarea acestui procedeu în cazul construcţiilor monolite.

2.2 Pentru realizarea prin extragere a tecilor se pot utiliza ţevi (din PVC tip 4 - STAS 6675/2-92, ţevi din polietilenă tip 4 - STAS 10617/2-84, sau ţevi metalice) sau teci fără

falț, prin deșirarea acestora după întărirea betonului. Lungimea canalelor ce se pot realiza cu acest procedeu este următoarea:

a) Cu țevi din PVC sau polietilenă:

- lungime maximă de 9 m, pentru trasee rectilinii sau cu deviație unghiulară până la $5^0$ inclusiv;
- lungime maximă de 7 m, pentru trasee curbe cu deviație unghiulară cuprinsă între $5^0$ și $20^0$.

b) Cu țevi metalice:

- lungime maximă de 6 m, numai pentru trasee rectilinii sau cu deviații foarte mici.

c) Cu teci fără falț:

- lungimea maximă 12 ... 18 m (cu condiția ca banda să nu fie înnădită pe lungimea tecii).

2.3 Pentru lungimi mai mari de canal, țevile se pot extrage de la ambele capete ale canalului, prevăzându-se piese de înnădire, care rămân înglobate în beton.

2.4 Nu se recomandă utilizarea țevilor din PVC când temperatura mediului înconjurător, în momentul extragerii este sub $+5^0$C, deoarece devin casante sub această temperatură.

2.5 Pentru prinderea țevilor în vederea extragerii, acestea vor fi prevăzute cu un cap de extragere confecționat conform fig. 6, montat prin încălzirea țevii.

2.6 Înainte de introducerea în cofraje, se va verifica dacă țevile nu au crăpături, știrbituri etc.

2.7 Se recomandă ca montarea țevilor în poziția din proiect să se facă după montarea întregii armături obișnuite, precum și a unuia din pereții laterali ai cofrajului.

2.8 Pentru a se asigura traseul prevăzut în proiect, țevile vor fi așezate în poziție cu ajutorul unor grătare din oțel-beton dispuse la cel mult 1,50 m unul de altul și fixate prin puncte de sudură de armătura obișnuită a elementului. Țevile nu se vor lega cu sârmă de aceste grătare sau de armătura nepretensionată.

2.9 Pe măsura introducerii în cofraj, țevile vor fi unse cu vaselină, ulei etc.

2.10 Țevile vor depăși capătul cofrajului cu minimum 45 cm, în cazul traseelor având unghiul de deviație până la $5^0$ inclusiv și cu minimum 80 cm, în cazul traseelor având unghiul de deviație mai mare de $5^0$.

2.11 Timpul optim de extragere se va stabili la executarea primului element, deoarece depinde de o serie de parametri variabili de la caz la caz (cimentul utilizat, raportul apă-ciment, temperatura exterioară, lungimea elementului etc.).

Dacă timpul de așteptare înainte de extragere este prea scurt, se pot produce deformări ale canalului, iar dacă este prea lung, forța necesară extragerii crește peste limitele



normale, putând duce chiar la ruperea țevii. Pentru condiții medii de execuție, timpul optim de extragere este de 1 3/4 ... 2 1/4 ore de la terminarea turnării betonului. Pentru a se preîntâmpina blocarea tecii în beton, teaca trebuie ușor deplasată fie prin bătăi scurte, fie prin rotire.

2.12 Se recomandă ca extragerea să se facă cu mijloace manuale (troliu cu cablu). Forța va trebui să nu dea eforturi unitare în țeavă mai mari de 10 N/mm$^2$.

2.13 În cazul în care unghiul dintre cablul de extragere și axul țevii depășește $\pm 10^0$, țeava se va ghida, la ieșirea din cofraj, cu o rolă pusă pe o capră de susținere, la o distanță de circa 80 cm de capătul cofrajului.

2.14 După extragere, țevile vor fi curățate și păstrate corespunzător.

2.15 Se pot folosi și alte procedee de realizare a canalelor, verificate experimental, de exemplu cu ajutorul unor furtune menținute sub presiune sau rigidizate la interior.

2.16 Controlul continuității canalelor se va verifica la maximum 12 ore de la extragerea țevilor pentru a se putea remedia eventualele deficiențe.

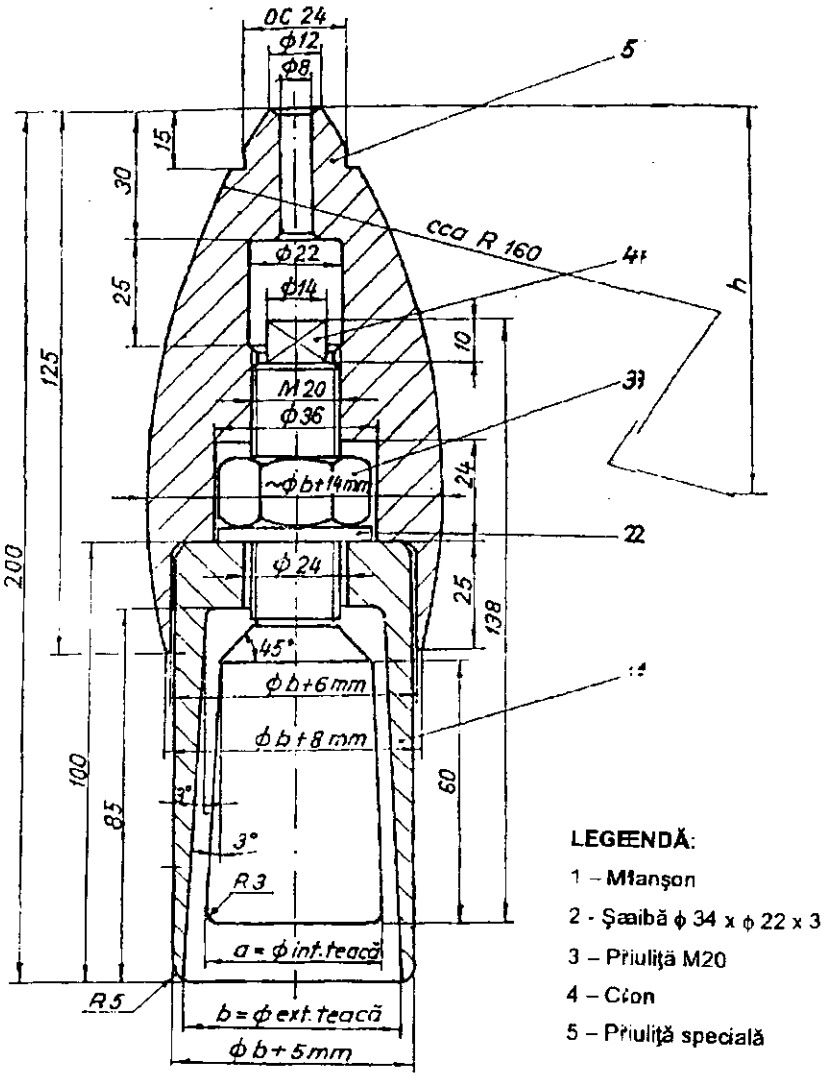



**Fig. 6.1 Cap de extragere**





## EXECUTAREA ŞI RECEPŢIONAREA ANCORAJELOR METALICE TIP INEL-CON ŞI DORN

### 1. Condiţii tehnice

1.1 Forma şi dimensiunile elementelor componente ale ancorajelor, trebuie să corespundă prevederilor din figurile 7.1, 7.2, 7.3, 7.4, 7.5, 7.6.

1.2 Abaterile limită la dimensiuni vor fi cele indicate în desenele de execuţie, iar dimensiunile netolerate, vor fi conform STAS 2300-88.

### 2. Reguli pentru verificarea calităţii

2.1 Verificarea calităţii ancorajelor se face bucată cu bucată de către controlorii de calitate din societatea producătoare. La cererea beneficiarului, delegatul acestuia poate asista la verificare.

2.2 Verificarea calităţii materialului, se face pe baza certificatului de calitate eliberat de societatea producătoare a materialului şi include teste privind comportarea la agenţi corozivi.

2.3 Se vor efectua verificări în ce priveşte:

a) Dimensiunile şi înscrierea lor în toleranţele prescrise.

b) Forma şi starea profilului suprafeţei exterioare a conurilor.

c) Lipsa fisurilor sau alte defecte de structură, în care scop se vor utiliza metode de control nedistructive ca: ultrasunete, gamagrafie, solicitare de probă (la inele) cu un dorn conic presat pînă la 90% din forţa normată de rupere a fasciculului corespunzător inelului.

La conuri se permite ca verificarea să se facă vizual (cu lupa).

d) Duritatea Brinell (HB) pentru inele, respectiv Rockwell (HRC) pentru conuri, verificarea durităţii, se face în conformitate cu STAS 493-91 şi STAS 165-83, pe fiecare element de ancoraj în parte. Încercările de duritate se vor face în minimum 3 puncte distribuite relativ uniform pe una din feţele plane ale inelului sau conului.

Media valorilor citite trebuie să fie cuprinsă în limitele prescrise în fig. 7.1 ... 7.5, cu condiţia ca valorile extreme să nu fie mai mici, respectiv mai mari cu 3% decât limitele domeniului prescris.

Controlul durității fiecărui element de ancoraj, va fi efectuat și garantat de uzina care execută tratamentul termic.

### 3. Livrare

Ancorajele metalice tip inel-con pentru orice tip de fascicul se livrează pe loturi, ambalate în lăzi de lemn și protejate împotriva coroziunii.

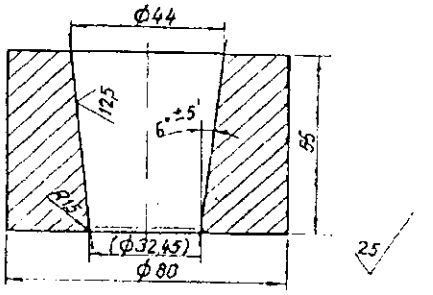
Fiecare lot de ancoraje va fi însoțit de un certificat prin care să se confirme îndeplinirea condițiilor tehnice de calitate.

Toate piese componente ale ancorajelor metalice tip inel-con vor fi marcate astfel încît să se poată identifica producătorul și lotul de fabricație.



**INEL**

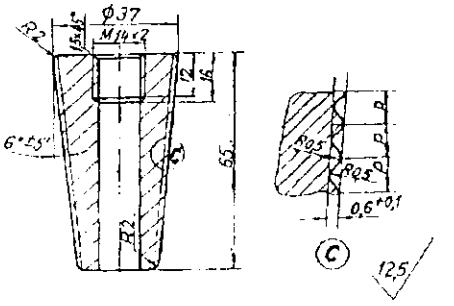
Material: OLC 45 (STAS 880 - 88) îmbunătățit la 235 ... 270 HB




**CON**

Material: 41 MoCr 11 (STAS 791 - 88)

Tratament termic: călire și revenire la 57 ... 64 HRC



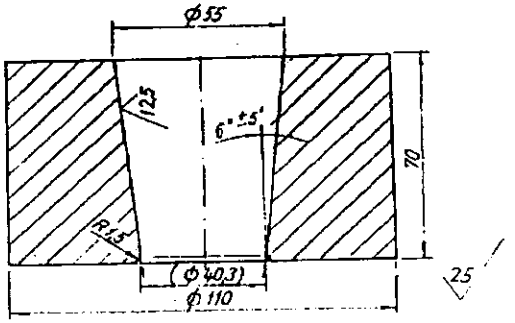

**NOTĂ:**

- Profilul din detaliul „C" se poate executa fie sub formă de filet, fie cu cercuri paralele.
- Pasul „p" poate fi 2,25 mm sau 2,5 mm;
- Clasă mijlocie conform STAS 2300 - 88;
- Abaterea de la generatoarea rectilinie a vârfului profilului (det. C), max. 0,05 mm;
- Ovalizarea admisă după tratament, 0,1 mm.

**Fig. 7.1. Ancoraj pentru fascicul 12 ∅ 5**

**INEL**

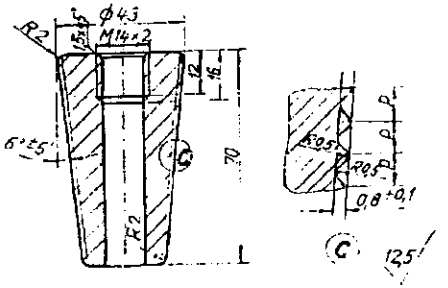
Material: OLC 45 (STAS 880 - 88) îmbunătăţit la 260 ... 300 HB




**CON**

Material: 41 MoCr 11 (STAS 791 - 88)

Tratament termic: călire şi revenire la 57 ... 64 HRC




**NOTĂ:**

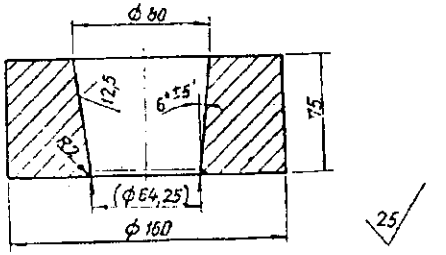
- Profilul din detaliu „C" se poate executa fie sub formă de filet, fie cu cercuri paralele;
- Pasul „p" poate fi 2,25 mm sau 2,5 mm;
- Clasă mijlocie conform STAS 2300 - 88;
- Abaterea de la generatoarea rectilinie a vârfului profilului (det. C), max. 0,05 mm;
- Ovalizarea admisă după tratament, 0,1 mm.

**Fig. 7.2. Ancoraj pentru fascicul 12 Ø 7**



**INEL**

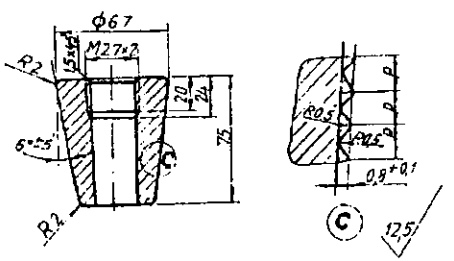
Material: OLC 45 (STAS 880 - 88) îmbunătăţit la 260 ... 300 HB




**CON**

Material: 41 MoCr 11 (STAS 791 - 88)

Tratament termic: călire şi revenire la 57 ... 64 HRC




**NOTĂ:**

- Profilul din detaliul „C" se poate executa fie sub formă de filet, fie cu cercuri paralele;
- Pasul „p" poate fi 2,25 mm sau 2,5 mm;
- Clasă mijlocie conform STAS 2300 - 88;
- Abaterea de la generatoarea rectilinie a vârfului profilului (det. C), max. 0,05 mm;
- Ovalizarea admisă după tratament, 0,1 mm.

**Fig. 7.3. Ancoraj pentru fascicul 24 Ø 7**

**INEL**

Material: OLC 45 (STAS 880 - 88) îmbunătăţit la 300 ... 350 HB

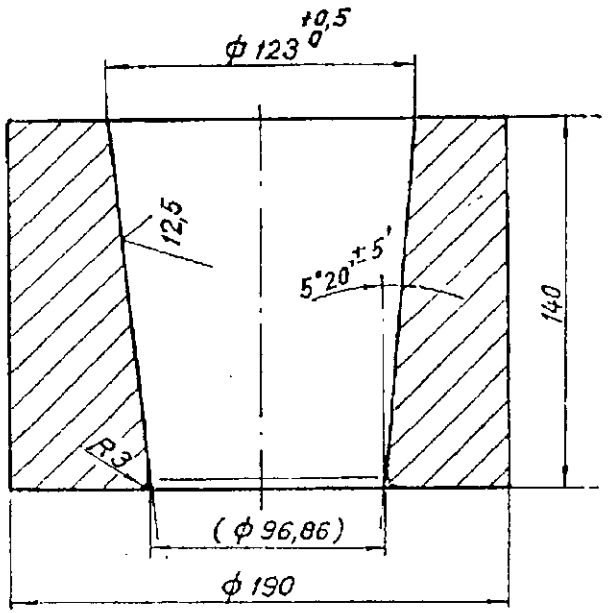



**Fig. 7.4. Ancoraj pentru fascicul 48 ϕ 7**





Material: 18 MoCrNi 13 (STAS 791-88)

Tratament: termochimic (cianurare), duritate la suprafaţă 55 ... 64 HRC.

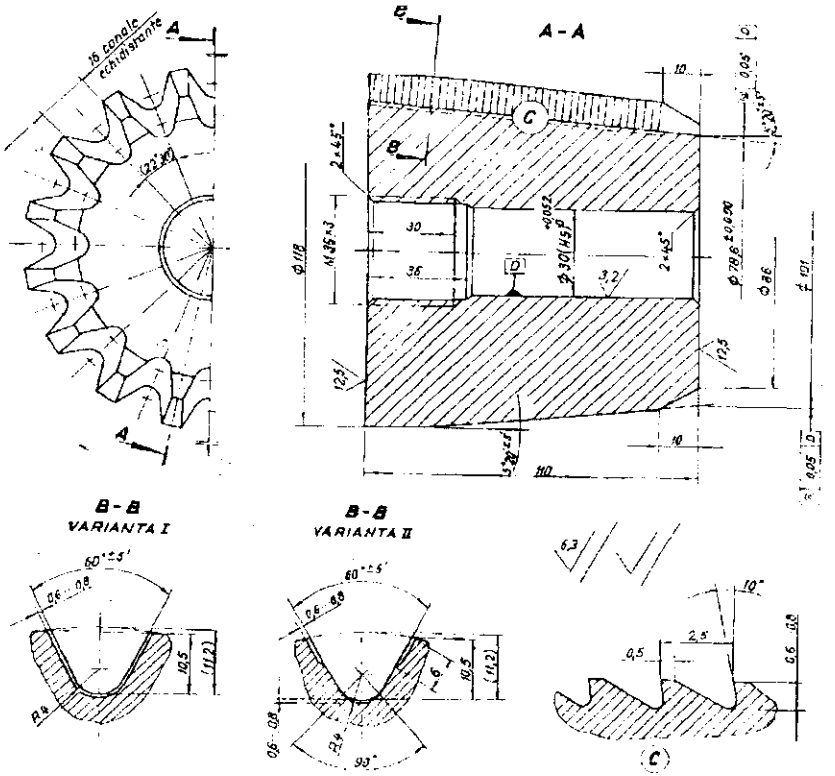
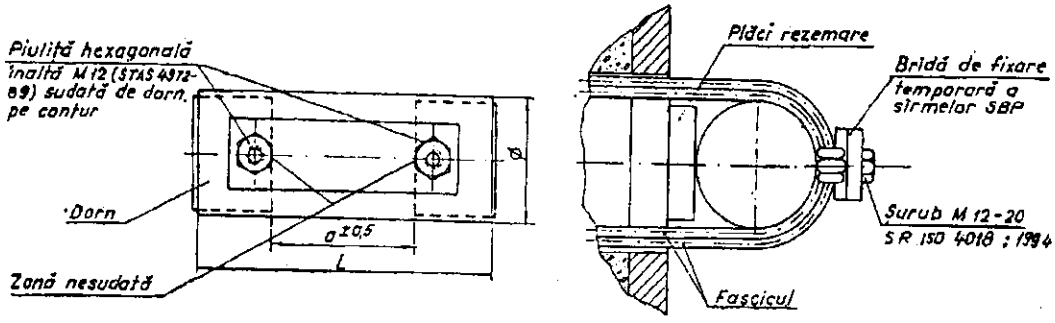



**Fig. 7.5 Ancoraj pentru fascicul 48ϕ7**

## ANCORAJ CU DORN

Material: OL 60 (STAS 500/2 - 80)




**NOTĂ:**

- Brida de fixare temporară a sârmelor SBP se asamblează cu şuruburi M 12 -20 (SRISO 4018/1994) pe dorn numai pe durata tensionării fasciculului;
- Piuliţele M 12 se vor suda de dorn pe toate laturile, exceptând latura notată în desen „zonă nesudată";
- În cazul în care numărul de sârme din fascicul este mai redus decât cel maxim, cota „a" se va corela în consecinţă.

Fig. 7.6.

| Tipul fasciculului | Φ (mm) | L (mm) | a (mm) | Dimensiunile plăcilor de rezemare a dornului pe placa de repartiție (mm) | Observații |
|---|---|---|---|---|---|
| max. 12 Φ 5 mm | 40 | 100 | 31 | 35 × 55 × 12 | Sârmele pe un rând la dorn |
| max. 12 Φ 7 mm | 50 | 150 | 43 | 45 × 65 × 15 | Sârmele pe un rând la dorn |
| max. 24 Φ 7 mm | 70 | 200 | 85 | 60 × 90 × 15 | Sârmele pe un rând la dorn |
| max. 48 Φ 7 mm | 100 | 300 | 93 | 100 × 120 × 25 | Sârmele pe două rânduri la dorn |

(Fig. 7.6 - continuare)

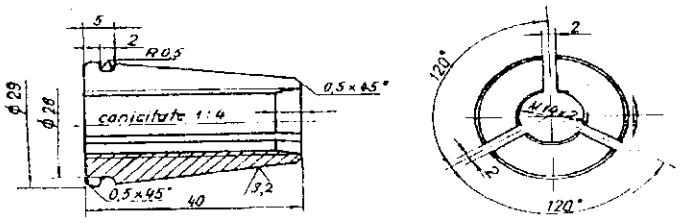
## BLOCAJ INDIVIDUAL CU MANŞON ŞI BACURI PENTRU TORON 7ϕ4 mm

### PENTRU ARMĂTURI PREÎNTINSE

#### SET BACURI

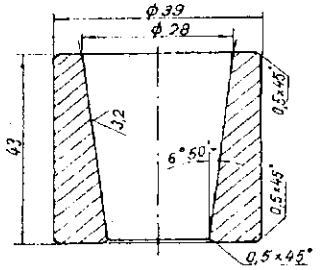
Material: 18 MnCr 10 (STAS 791-88)

Tratament termic: cianizare sau carbonitrurare la 60 ... 65 HRC, adânc 0,6 .... 0,8




#### MANŞON

Material: OLC 45 (STAS 880-88) îmbunătăţit la 40 .. 45 HRC




**NOTĂ:**

Clasă mijlocie conform STAS 2300-88

12,5





## INSTALAŢII DE PRETENSIONARE PENTRU ARMĂTURI PREÎNTINSE, ELABORATE DE INCERC

| Denumirea utilajului | Domeniul de utilizare | Caracteristici tehnice principale |
|---|---|---|
| Presă monofilară cu ancoraj în faţă F = 120 KN (pr. BP 199-00 B) | Pentru tensionat sârme, toroane, îm-pletituri şi bare cu diametrul exterior între 5 şi 13 mm | - Forţa maximă 120 KN<br>- Secţiunea pistonului de tensionare 31,5 cm$^2$<br>- Cursa 200 mm<br>- Diametrul golului central 14 mm<br>- Lungimea minimă de armătură pentru prinderea în ancorajul presei 150 mm<br>- Masa netă 20 kg |
| Presă monofilară cu ancoraj în faţă F = 200 KN (pr. BP 409-0) | Pentru tensionat sârme, toroane, îm-pletituri şi bare cu diametrul exterior între 9 şi 21 mm | - Forţa maximă 200 KN<br>- Secţiunea pistonului de tensionare 51,2 cm$^2$<br>- Cursa 200 mm<br>- Diametrul golului central 23 mm<br>- Lungimea minimă de armătură pentru prinderea în ancorajul presei 230 mm<br>- Masa netă 29 kg |
| Grup de pompare (pr. BP 234-00 B) | Pentru acţionat presele monofilare | - Presiunea de regim 400 bar<br>- Presiunea maximă 500 bar<br>- Debitul nominal 4,5 l/minut<br>- Motor electric 4 kw<br>- Masa netă 200 kg |

## INSTALAȚII DE PRETENSIONARE PENTRU ARMĂTURI POSTÎNTINSE, ELABORATE DE INCERC

| Denumirea utilajului | Domeniul de utilizare | Caracteristici tehnice principale |
|---|---|---|
| Presă de pretensionat fascicule<br>F = 300 KN<br>(pr. BP 240-0 B) | Fascicule 12Φ5 mm | - Forța maximă 350 KN<br>- Secțiunea pistonului de tensionare 77,2 $cm^2$<br>- Secțiunea pistonului de presare a conului 32 $cm^2$<br>- Cursa 300 mm<br>- Masa netă *) 40 kg |
| Presă de pretensionat fascicule<br>F = 600 KN<br>(pr. BP 241-0 B) | Fascicule 12Φ5 mm, 12Φ7 mm | - Forța maximă 650 KN<br>- Secțiunea pistonului de tensionare 156,4 $cm^2$<br>- Secțiunea pistonului de presare a conului 70,6 $cm^2$<br>- Cursa 300 mm<br>- Masa netă *) 115 kg |
| Presă de pretensionat fascicule<br>F = 1250 KN<br>(pr. BP 362-0 A) | Fascicule 12Φ5 mm, 12Φ7 mm și 24Φ7 mm | - Forța maximă 1250 KN<br>- Secțiunea pistonului de tensionare 284,5 $cm^2$<br>- Secțiunea pistonului de presare a conului 144,7 $cm^2$<br>- Cursa 300 mm<br>- Masa netă *) 200 kg |
| Presă de pretensionat fascicule<br>F = 2500 KN<br>(pr. BP 100-00 C) | Fascicule 48Φ7 | - Forța maximă 2500 KN<br>- Secțiunea pistonului de tensionare 575 $cm^2$<br>- Secțiunea pistonului de presare a conului 350 $cm^2$<br>- Cursa 300 mm<br>- Masa netă *) 510 kg |



| Denumirea utilajului | Domeniul de utilizare | Caracteristici tehnice principale |
|---|---|---|
| Presă de pretensionat fascicule<br>F = 2500 KN<br>(pr. BP 368-0) | Fascicule 48Φ7 mm | - Forța maximă 2500 KN<br>- Secțiunea pistonului de tensionare 598,8 $cm^2$<br>- Secțiunea pistonului de presare a conului 235,6 $cm^2$<br>- Cursa 300 mm<br>- Masa netă *) 440 kg |
| Electropompă de înaltă presiune | Acționarea preselor de pretensionare de 300 la 2500 KN | - Presiunea de regim 400 bar<br>- Presiunea maximă 500 bar<br>- Debitul nominal 4 l/minut<br>- Motor electric 4 kw<br>- Masa netă *) 125 kg |
| Pompă manuală de înaltă presiune | Acționarea preselor de pretensionare de 300 și 600 KN | - Presiunea de regim 400 bar<br>- Presiunea maximă 500 bar<br>- Masa netă *) 125 kg |

*) Masa netă reprezintă numai masa componentelor care se manipulează simultan în timpul operațiilor aferente pretensionării; penele de blocare, piesele de rezemare etc. (care se manipulează separat) nu sunt incluse în masa netă.

## DETERMINAREA COEFICIENȚILOR DE FRECARE (k, μ), A MODULULUI DE ELASTICITATE (E) ȘI A ALUNGIRILOR (Δl)

**Cazul 1- Elementul din beton precomprimat conține și fascicule rectilinii**

a) Coeficientul de frecare liniară (k) exprimat în valoare pe metru de canal rectiliniu, se determină cu relația:

$$k = -\frac{\ln \frac{F_2}{F_1}}{L} \qquad (1)$$

unde:

ln, logaritm în baza e,

$F_1$ și $F_2$, forțele din extremitățile fasciculului rectiliniu,

L, lungimea canalului rectiliniu (m)

b) Coeficientul de frecare (μ) în zonele curbe ale fasciculelor se determină cu relația:

$$\mu = -\frac{kL + \ln \frac{F_2}{F_1}}{\sum_0^L \frac{L_r}{r_i}} \qquad (2)$$

sau

$$\mu = -\frac{kL + \ln \frac{F_2}{F_1}}{\sum_0^L \varphi} \qquad (3)$$

(dacă în proiect sunt date deviațiile unghiulare)

unde:

k/ml, valoarea coeficientului de frecare liniară medie determinată cu relația (1)

$L_r$, lungimile zonelor curbe

$r_i$, razele de curbură

φ, deviațiile unghiulare ale zonelor curbe, în radiani

Se poate determina o singură valoare medie (μ) sau pe grupe de fascicule cu deviații unghiulare apropiate.

c) Modulul de elasticitate al fasciculelor cu traseu rectiliniu.

$$E(daN/cm^2) = \frac{100 F_1}{\Delta l \cdot A \cdot k}(1 - e^{-kL}) \qquad (4)$$

unde,

$F_1$, forța în capătul activ al fasciculului (în daN),



A, aria secțiunii fasciculului (în $cm^2$),

L, lungimea fasciculului (în m), între reperul trasat în capătul activ pentru măsurarea alungirii și zona de prindere în presă, în capătul pasiv,

Δl, alungirea măsurată (în cm).

Gradul de precizie a determinărilor poate fi sporit prin scăderea din Δl a alungirilor aferente zonelor exterioare traseului propriu-zis al fasciculului și înlocuirea lui L cu lungimea exclusivă a traseului fasciculului. Alungirile care se scad din Δl se vor calcula cu un modul de elasticitate $E = 1{,}92 \times 10^6$ daN/$cm^2$.

d) Alungirea probabilă, în cele două extremități, a fasciculelor simetrice se stabilește cu relațiile:

- pentru fascicule rectilinii

$$\Delta l(m) = \frac{F_1}{E \cdot A \cdot k}(1 - e^{-\frac{kL}{2}}) \qquad (5)$$

- pentru fascicule curbe

$$\Delta l(m) = \frac{F_1 L}{2EA(\frac{kL}{2} + \frac{\mu}{2}\sum_0^{0,5L} \frac{L_r}{r_i})}\left[1 - e^{-(\frac{kL}{2} + \frac{\mu}{2}\sum_0^{0,5L} \frac{L_r}{r_i})}\right] \qquad (6)$$

$$Dupa\ caz, \sum_0^{0,5L} \frac{L_r}{r_i} se\ înlocuiește\ cu \sum_0^{0,5L} \varphi$$

c) În cazul fasciculelor curbe, asimetrice, se determină inițial, prin încercări, lungimea X care satisface relația:

$$kX + \mu\sum_0^X \frac{L_r}{r_i} = \frac{kL + \mu\sum_0^X \frac{L_r}{r_i}}{2} \qquad (7)$$

Alungirile probabile, în cele două extremități vor fi:

$$\Delta l(m) = \frac{F_1 X}{EA(kX + \mu\sum_0^X \frac{L_r}{r_i})}\left[1 - e^{-(kX + \mu\sum_0^X \frac{L_r}{r_i})}\right] \qquad (8)$$

$$\Delta l(m) = \frac{F_1(L-X)}{EA\left[k(L-X)+\mu\sum_{X}^{L}\frac{L_r}{r_i}\right]}\left\{1-e^{-\left[k(L-X)+\mu\sum_{X}^{L}\frac{L_r}{r_i}\right]}\right\} \quad (9)$$

**Cazul 2 - Elementul nu conține fascicule rectilinii**

Se aleg perechi de câte două fascicule, cu curburi apropiate, pe care se fac determinări de frecare.

Din relațiile:

$$F_2^1 = F_1^1 e^{-\left(kL_1+\mu\sum_{0}^{L_1}\frac{L_r}{r_i}\right)} \quad (10)$$

$$F_2^2 = F_1^2 e^{-\left(kL_2+\mu\sum_{0}^{L_2}\frac{L_r}{r_i}\right)} \quad (10)$$

rezultă:

$$kL_1 + \mu\sum_{0}^{L_1}\frac{L_r}{r} = -\ln\frac{F_2^1}{F_1^1} \quad (11)$$

$$kL_2 + \mu\sum_{0}^{L_2}\frac{L_r}{r_i} = -\ln\frac{F_2^2}{F_1^2} \quad (11)$$

Din (11) se deduc valorile k și μ.

Dacă între valorile k și μ, stabilite pe perechi de fascicule, nu sunt diferențe importante, se vor calcula mediile acestora care se vor utiliza în determinarea alungirilor conform relațiilor (6), (8), (9).

Dacă diferențele sunt importante, se vor adopta coeficienți k și μ pe grupe de fascicule cu curburi apropiate.





## MODUL DE ÎNTOCMIRE A FIȘEI DE PRETENSIONARE PENTRU ARMĂTURI POSTÎNTINSE

1. Fișele de pretensionare se completează la executarea operației respective, când trebuie efectuate toate calculele pentru a avea certitudinea că valoarea alungirii efective se încadrează în limitele prevăzute în programul de pretensionare.

2. Pentru construcțiile la care caracteristicile ce trebuie trecute în fișe (lungimea între repere, alungirea prevăzută în proiect, presiunea la pretensionare și la blocare etc.) sunt aceleași pentru un număr mare de fascicule, aceste valori vor fi completate o singură dată, pe prima fișă.

3. Modul de completare a fișei de pretensionare este arătat în anexa 12.1 la care se fac următoarele precizări:

- în coloanele 1 și 2 se trec atât presiunile citite pe cadranele manometrelor cât și cele efective, corespondența celor două valori deducându-se pe baza etalonării manometrelor; diferențe de maximum +1% între cele două valori pot fi neglijate;
- datele de la reetalonarea manometrelor de lucru vor fi trecute pe pagina a 2-a a fișei de pretensionare a fasciculului la care s-au introdus noile valori ale presiunilor;
- forțele trecute în coloana 3 se deduc din diagramele forță-presiune efectivă stabilite la determinarea frecărilor în instalația de pretensionare conf. pct. 8.18 alin.at c; în exemplul dat presiunile efective sunt egale pentru ambele instalații deoarece s-au presupus frecări egale în cele două prese;
- pentru presiunile efective și respectiv forțele de pretensionare s-au considerat valori și trepte cât mai egale, astfel ca uniformitatea alungirilor să poată fi urmărită chiar pe parcursul pretensionării și, de asemenea, transpunerea valorilor pe diagrama forță-alungire să se poată face mai ușor;
- deplasarea sârmelor în ancorajul presei, coloanele 4 și 5, se asimilează cu cea a conului de inventar al presei și se măsoară la instalațiile la care nu se pot pune repere pe sârme, alungirea măsurându-se prin deplasarea pistonului presei;
- în coloanele 10 și 11 sunt trecute alungirile corectate, obținute din cele brute la care s-a ținut seama de deplasarea sârmelor în ancorajul presei (col. 4 și 5);
- alungirea totală, coloana 14, se stabilește adăugând, la valoarea obținută pornind de la zero convențional (151 mm în cazul exemplului), alungirea între 0 și 50 bar care se consideră egală cu cea dintre 50 și 100 bar, respectiv 20 mm; alungirea totală se poate stabili și prin extrapolare pentru presiunea maximă:

$$151\frac{416}{416-50} = 171{,}6$$

4. Alungirile se pot înregistra și grafic, pe hârtie milimetrică, comparându-se cu diagrama calculată. Diagramele trasate se vor anexa la fișele de pretensionare.

5. Dosarul fișelor de pretensionare va cuprinde și o copie a programului de pretensionare.

FIŞA DE PRETENSIONARE Nr. _____ data _____

Societatea:
Şantierul:
Punctul de lucru:
Elementul: G1
Rezistenţa betonului la precomprimare ($R_{b0}$) ...
Fasciculul: nr. 1 tip 24Φ7 mm

Tipul presei INCERC — F = 1250 KN
Lungime fasicul între repere: 27,10 m
Alungire prevăzută: 173 mm
Intrarea maximă admisă a sârmelor în ancoraj: 5 mm
Presiunea: - la pretensionare 416 bar
- la blocare 100 bar

| Presiune manometre citită/efectivă (bar) | | Forţa reală în prese (KN) | Citiri repere deplasări în ancorajul presei (mm) | | Citiri repere alungiri (mm) | | Diferenţe alungiri (mm) | | | | Alungiri (mm) | | | Observaţii |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | brute | | corectate | | parţiale | cumulate | totale | |
| capăt A | capăt B | | A | B | A | B | A | B | A | B | A + B | A + B | A + B | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| 52/50 | 55/50 | 134 | 100 | 100 | 45 | 50 | | | | | | | 20 | |
| 102/100 | 105/100 | 270 | 99 | 99 | 56 | 61 | 11 | 11 | 10 | 10 | 20 | 20 | 40 | |
| 202/200 | 205/200 | 548 | 99 | 98 | 76 | 83 | 20 | 22 | 20 | 21 | 41 | 61 | 81 | |
| 300/300 | 303/300 | 829 | 98 | 97 | 98 | 106 | 22 | 23 | 21 | 22 | 43 | 104 | 124 | |
| 400/400 | 402/400 | 1105 | 97 | 96 | 119 | 127 | 21 | 21 | 20 | 20 | 40 | 144 | 164 | |
| 416/416 | 418/416 | 1150 | 97 | 96 | 123 | 130 | 4 | 3 | 4 | 3 | 7 | 151 | 171 | |

Lunecarea (intrarea) sârmelor în ancoraj

| | | A | B |
|---|---|---|---|
| • poziţie reper după presarea conului | | mm | 123 | 130 |
| Responsabil atestat. | | | | |
| • poziţie reper după transfer | | mm | 113 | 121 |
| • diferenţe | | | 10 | 9 |
| • scurtarea sârmelor între reper şi ancoraj | | mm | 5 | 5 |
| • intrarea sârmelor în ancoraj | | mm | 5 | 4 |



## DETERMINAREA CARACTERISTICILOR AMESTECULUI DE INJECTARE

**1. Condiţii generale**

1.1 Încercările preliminare de laborator privind determinarea proprietăţilor amestecului se vor face la temperaturi ale mediului ambiant cuprinse între +17° şi +23°C.

1.2 Determinarea proprietăţilor amestecului în timpul lucrărilor de injectare se va efectua în limitele de temperatură ale mediului indicate la pct. 3.3, 4.2 şi 5.2. din prezenta anexă.

1.3 La prepararea amestecului pentru injectare, se vor utiliza:

- cimenturile PI 32,5 şi PI 42,5 - conform SR 388-95 „Ciment Portland";
- cimenturile HI 32,5 (42,5) sau SRI 32,5 (42,5) - conform SR 3011 - 95 „Cimenturi hidrotehnice şi cimenturi rezistente la sulfaţi".

Temperatura cimentului nu va depăşi +40°C. Se poate utiliza nisip 0 ... 1 mm la canale cu diametrul > 150 mm, cantitatea fiind de maximum 30% din greutatea cimentului.

Se recomandă utilizarea aditivilor agrementaţi, în scopul îmbunătăţirii caracteristicilor amestecului de injectare în ceea ce priveşte fluiditatea şi sedimentarea. Utilizarea aditivilor se va face luând în considerare prevederile pct. 4.4 din partea A a prezentului cod de practică.

Amestecul de injectare nu va conţine mai mult de 750 mg cloruri la litru, folosirea apei din reţeaua de apă potabilă la prepararea amestecului fiind obligatorie.

1.4 Este interzisă utilizarea cloruri de calciu, sau a altor substanţe care conţin clor şi care favorizează corodarea armăturilor.

**2. Prepararea amestecului de injectare**

2.1 Prepararea se va face într-un vas cu capacitate utilă de minimum 100 litri, prevăzut cu posibilitatea de malaxare mecanică a mortarului cu o turaţie de minimum 1500 turaţii/minut.

2.2 Dozarea cimentului se va face obligatoriu în greutate.

2.3 În cazul utilizării aditivilor, aceştia se vor introduce în malaxor după introducerea întregii cantităţi de ciment, după care se va continua malaxarea timp de 2 ... 3 minute, sau conform specificaţiilor prezentate în agrementele tehnice ale aditivilor.

2.4 Malaxarea va dura circa 5 minute de la introducerea tuturor componentelor, după care operaţia se va continua intermitent (10 minute pauză, 3 minute malaxare), pe tot parcursul păstrării amestecului în vas, perioadă care nu va depăşi o oră.

2.5 Din malaxor amestecul va trece printr-o sită cu ochiurile de 1 ... 2 mm în rezervorul din care aspiră pompa de injectare.

2.6 Înainte de introducerea în rezervorul din care aspiră pompa de injectare, se va determina fluiditatea fiecărei şarje.

2.7 Rezervorul din care aspiră pompa de injectare se recomandă a fi prevăzut cu dispozitiv de malaxare manuală sau mecanică cu turaţie mică (maximum 100 turaţii/minut), malaxarea făcându-se intermitent până la sfârşitul operaţiei.

**3. Fluiditatea**

3.1 Fluiditatea se determină prin măsurarea timpului de scurgere a amestecului de injectare prin pâlnia metalică indicată în fig. 13.1.

3.2 Verificarea pâlniei se face cu apă şi ea se consideră corespunzătoare dacă timpul de scurgere a apei este de 11" 2/10 ± 0" 2/10; în cazul în care timpul de scurgere a apei este mai mic sau mai mare, se va ajusta în consecinţă orificiul inferior.

La determinarea timpului de scurgere a apei, respectiv a amestecului de injectare, pâlnia va fi complet umplută.

3.3 Temperatura de determinare va fi cea de la punctul de lucru.

**4. Sedimentarea**

4.1 Sedimentarea se determină prin măsurarea cantităţii de apă ce se separă din amestecul de injectare dintr-un cilindru gradat de sticlă, de 500 ml capacitate nominală (STAS 4095-87„Măsuri de capacitate din sticlă, pentru laborator. Cilindri gradaţi").

Pentru amestecuri de injectare cu aditivi expansivi, cilindrul se va umple până la gradaţia de 400 ml, citirile făcându-se la diverse intervale de timp, pentru a se putea trasa o diagramă a expansivităţii.

4.2 Cilindrul se aşează într-un loc ferit de vibraţii sau de şocuri şi se umple până la diviziunea corespunzătoare gradaţiei de 500 ml după care se acoperă cu un capac. Temperatura de păstrare a cilindrului va fi cuprinsă în limitele +12 ... +25°C.

În cazul aditivilor expansivi, temperatura va fi cea din timpul de lucru.

4.3 După minimum 2 ore, dar nu mai înainte ca amestecul să fi căpătat o consistenţă care să-l facă să rămână nemişcat chiar la o înclinare accentuată a cilindrului (circa 30°), se măsoară cantitatea de apă separată, cât mai precis, cu ajutorul unui cilindru gradat de 50 ... 100 ml capacitate nominală.

Cantitatea de apă separată prin sedimentare va trebui să nu depăşească 10 ml, pentru un amestec având fluiditatea în limitele 35" ... 25".

Apa rezultată prin sedimentare trebuie să se resoarbă după 24 ore.

**5. Rezistenţa la compresiune**

5.1 Rezistenţa la compresiune se determină la 7 zile în condiţiile din STAS 1275-88 „Încercări pe betoane. Încercări pe betonul întărit. Determinarea rezistenţelor



mecanice", pe cuburi cu latura de 7,07 sau 10 cm. La realizarea cuburilor de probă trebuie să se asigure etanşarea tiparelor, pentru a se împiedica scurgerea amestecului de injectare.

5.2 Cuburile pentru determinarea rezistenţei la compresiune vor fi păstrate la temperaturi cuprinse între +17° şi +23°C.

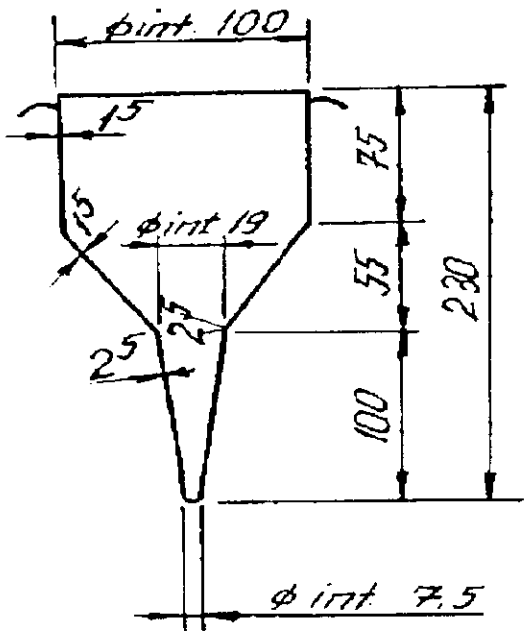



**Fig. 13.1 Pâlnie etalon**

Toleranţa la execuţie: ± 0,1 mm.

Porţiunea cu orificiul de scurgere se va executa prin strunjire.

*ANEXA 14*

## MODUL DE ÎNTOCMIRE A FIŞEI DE INJECTARE

1. Fişele de injectare (anexa 14.1) se completează la executarea operaţiei respective când trebuie efectuate toate determinările specificate în anexa 13 pentru a avea certitudinea că amestecul de injectare are caracteristicile (fluiditate, sedimentare) corespunzătoare prevederilor din prezentul cod de practică.

2. Coloanele 11 şi 12 din fişa de injectare se completează numai pentru un singur canal din întreaga serie de canale injectate în acelaşi schimb şi cu aceeaşi compoziţie a amestecului de injectare. Celelalte coloane se completează pentru toate canalele injectate.

3. În coloana 16 „Observaţii" se trec eventualele incidente apărute în timpul injectării canalului, de exemplu: canal înfundat, întreruperea injectării datorită defectării utilajului etc.

4. Modul de completare a fişei de injectare este ilustrat în fişa reprodusă în anexă.



**FIŞA DE INJECTARE Nr. _____**

Societatea:
Şantierul: Punctul de lucru:
Utilajul de injectare: Malaxor tip Pompă tip

| Data de începere a injectării | Temperatura | Eşalonul | Faza ciclului nr. | Modul de curăţare canal | | Compoziţia şi caracteristicile amestecului de injectare | | | | | | | | Începutul injectării | Sfârşitul injectării | Observaţii |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | la introducerea în canal | | | | | | la ieşire | | | | |
| | | | | Apă | Acr compri-mat | Ciment tip | Apă | Adi-tivi | Flui-ditate | Sedi-mentare | Rezis-tenţă la 7 zile | Fluiditate | | | | |
| - | °C | - | - | - | - | kg | l | kg | sec | ml | N/mm² | sec | | ora | ora | - |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | | 14 | 15 | 16 |
| 15.11.93 | + 9°C | $G_1$ | $C_5$ | da | - | 200 | 80 | - | 28 | 6 | 27.5 | 25 | | 9,20 | 10,15 | |

Responsabil atestat.