



S.C. INSTITUTUL DE STUDII SI PROIECTARI HIDROENERGETICE S.A.
Bucuresti, Calea Vitan nr. 293, Sector3

Lucrarea :

**EXECUTIA SI CONTROLUL BETOANELOR IN
CONSTRUCTII HIDROTEHNICE**

Beneficiar :

S.C. HIDROELECTRICA S.A.

Comanda/contract :

5767/ 2

Faza de proiectare:

STUDIU

Titlul documentației :

**„NORMATIV PENTRU EXECUTIA SI CONTROLUL
BETOANELOR IN CONSTRUCTII HIDROTEHNICE.
REVIZUIRE PE 713-90 .FAZA I.**

”

Cod documentație :

DIRECTOR GENERAL

dr.ing. Gabriela DIMU

RESPONSABIL LUCRARE

ing. Chemal ABDULAMIT

BUCUREȘTI

- 2013-

NORMATIV PENTRU EXECUȚIA ȘI CONTROLUL BETOANELOR ÎN CONSTRUCȚII HIDROTEHNICE.

CUPRINS

1. Obiectul normativului	04
2. Domeniu de aplicare	04
3. Simboluri utilizate	05
4. Clasificare	06
5. Condiții tehnice pentru betoanele construcțiilor hidroenergetice	07
5.1. Rezistențele mecanice	07
5.2. Rezistența la îngheț - dezgheț.....	08
5.3. Impermeabilitatea.....	10
5.4. Degajarea de căldură la întărirea betonului.....	11
5.5. Omogenitatea betonului.....	11
5.6. Rezistența la acțiunea agresivă a apei	12
5.7. Reacția dintre alcaliile din ciment și agregate	12
6. Materiale utilizate la prepararea betoanelor	13
6.1. Cimenturi.....	13
6.1.1. Alegerea cimenturilor, recomandări generale de utilizare	
6.1.2. Livrarea și transportul	
6.1.3. Depozitarea	
6.1.4. Controlul calității cimentului	
6.2. Apa	17
6.3. Agregate naturale grele.....	17
6.3.1. Condițiile tehnice	
6.3.2. Depozitarea	
6.3.3. Controlul calității agregatelor	
6.4. Aditivi.....	21
6.5. Cenușa de termocentrală și microsilicea densificată.....	22
7. Prepararea și transportul betonului	24
7.1. Stabilirea compoziției betonului.....	24
7.2. Dozarea materialelor pentru prepararea betonului.....	25
7.3. Amestecarea componentelor betonului	26
7.4. Transportul betonului	27
8. Executarea lucrărilor de betonare	28
8.1. Pregătirea suprafeței înainte de betonare	

(procedee clasice).....	28
8.2. Pregătirea suprafeței betonului întărit.....	29
8.3. Punerea în operă a betonului (turnarea betonului).....	29
9. Controlul calității betonului	31
9.1. Controlul betonului proaspăt	31
9.2. Controlul betonului întărit	32
9.3. Analiza calității betonului	34
9.4. Procedurile de control a producției.....	36
9.5. Criterii de conformitate și evaluare a conformității	36

ANEXE	
1. Tipurile uzuale de cimenturi folosite la lucrări hidrotehniceși caracterizareaacestora.....	38
2. Caracterizarea betoanelor hidrotehnice sub influența tipurilor uzuale de ciment.....	42
3. Stabilirea tipurilor de cimenturi uzuale pentru construcții hidrotehnice în funcție de mediul de expunere	44
4. Controlul calității cimentului.....	46
5. Condiții de admisibilitate pentru nisip	48
6. Condiții de admisibilitate pentru agregatul grosier.....	49
7. Condiții tehnice privind caracteristicile fizico – mecanice ale agregatelor grosiere	49
8. Controlul calității agregatelor.....	51
9. Precizările referitoare la betonul hidrotehnic de uzură.....	52
10. Metodele de determinare a rezistenței betonului hidrotehnic la uzura prin eroziune.....	54
11. Execuția betonului fluid utilizat la încastrarea blindajelor galeriilor forțate	56
12. Controlul calității betonului proaspăt.....	57
13. Controlul calității betonului întărit.....	58
14. Betoane turnate sub noroi bentonitic.....	59
15. Evaluarea rezistenței betonului la 28 zile, în condiții normale de întărire	66
Bibliografie	67

1. OBIECTUL NORMATIVULUI

Normativul are caracter special și se aplică în domeniul hidroenergetic, la proiectarea, executarea și controlul betonului simplu, betonului armat al construcțiilor hidrotehnice.

Domeniul hidroenergetic impune exigențe speciale pentru: dimensiunile agregatelor, durabilitatea betoanelor, degajarea de căldură la întărirea betonului în elementele masive, omogenitatea betonului și rezistența la acțiunea agresivă a apei. La exigențele de mai sus, care nu sunt limitative, se răspunde prin folosirea de tipuri de cimenturi speciale cu dozajul limitat și cu căldură de hidratare redusă și foarte redusă, pentru a evita apariția fisurilor din gradient termic în masa betonului și în special la fețele exterioare.

Drept urmare, având în vedere aspectele tehnice cu totul deosebite impuse de comportarea în exploatare a betoanelor hidrotehnice masive, pentru care trebuie asigurată o durabilitate pe o perioadă foarte lungă de timp, se propune prezentul normativ dedicat.

Normativul nu are detalierea unui ghid / caiet de sarcini și servește numai la asigurarea unei abordări (principii, metode și determinări) unice a problemelor întâlnite la producerea betonului destinat structurilor turnate în situ și structurilor prefabricate pentru construcții hidrotehnice.

Cerințe complementare sau diferite pot să fie date prin reglementările din standardele și normativele conexe în vigoare sau caietele de sarcini, dedicate fiecărui baraj în parte.

2. DOMENIU DE APLICARE

(a) Exceptând lucrările portuare, normativul se aplică betoanelor puse în operă la construcțiile hidrotehnice pentru a asigura o abordare unitară chiar în condițiile specificității fiecărui baraj, specificitate asigurată de proiectantul lucrării.

(b) Normativul cuprinde prevederi referitoare la:

- condițiile tehnice pentru betonul construcțiilor hidrotehnice, care vin în contact permanent sau temporar cu apa;
- condițiile tehnice pentru prepararea, transportul, punerea în operă și tratarea betonului hidrotehnic;
- modul de încercare și control al betoanelor hidrotehnice și al materialelor componente;
- betoanele hidrotehnice de uzură și betoanele fluide (recomandările din anexele 9, 10 și 11).
- betoanele turnate sub noroi bentonitic (recomandările din anexa 14).

(c) Prescripțiile tehnice și referințele normative, cu completările și modificările la data prezentului normativ, sunt cele corespunzătoare din CP 012/1 – 2007. „Cod de practică pentru producerea betonului” și din NE 012/2 – 2010 „Normativ pentru producerea și executarea lucrărilor din beton, beton armat și beton precomprimat. Partea 2: Executarea lucrărilor din beton”.

3. SIMBOLURI UTILIZATE

X0.....	Clasa de expunere pentru absența riscului coroziunii sau atac
XC.....	Clasa de expunere pentru riscul de coroziune prin carbonatare
XD.....	Clasa de expunere pentru riscul de coroziune prin cloruri, altele decât apa de mare
XF.....	Clasa de expunere pentru atacul prin îngheț - dezgheț
XA.....	Clasa de expunere pentru atacul de origine chimică
XM.....	Clasa de expunere pentru atac mecanic (abraziune)
CH.....	Clasa de rezistență la compresiune în cazul betonului hidrotehnic
H I (H III/A), H III/A-S (H III/B-S)..	Cimenturi cu căldură de hidratare limitată SR 3011 – 1996
SR I, SR II/A-S (SR II/A-P).....	Cimenturi cu rezistență la agresiunea apelor (conținut sulfat)
CEM II A/S (CEM II B/S)	Cimenturi Portland cu zgură SR EN 197-1:2011
CEM III A/S (CEM III A-L-LH)	Ciment de furnal SR EN 197-1:2002 cu rezistență inițială mică SREN 197-4:2004
CEM II A/S-LH (CEM II B/S-LH)..	Ciment Portland cu zgură cu căldură de hidratare redusă SR EN 197-1/A1:2004
VLH III/B, IV/A, V/A	Cimenturi speciale cu căldură de hidratare foarte redusă SREN 14216:2004
CH.....	Clasa de rezistență la compresiune în cazul betonului hidrotehnic
G.....	Gradul de gelivitate a betonului
P.....	Gradul de impermeabilitate a betonului
L.....	Lucrabilitatea betonului
R _i	Rezistența la compresiune a betonului obținut ca medie a încercărilor pe trei epruvete
\bar{R}_i	Rezistența medie a unui șir de trei până la 14 rezultate succesive, luate în ordine cronologică
\bar{R}_i^{nec}	Rezistența medie necesară, calculată din șirul de rezultate din perioada analizată.
R _C ^K	Rezistența minimă probabilă, sub a cărei valoare se pot situa cel mult 5% din rezultate
R _{ad} ^K	Rezistența caracteristică admisibilă

C_v	Coeficientul de variație a unei populații
S_n	Abaterea standard a n rezultate de încercări
D_{max}	Dimensiunea maximă a agregatelor
$f_{c,cil}$	Rezistența la compresiune a betonului determinată prin încercări pe epruvete cilindrice
$f_{c,cub}$	Rezistența la compresiune a betonului determinată prin încercări pe epruvete cubice
l	Latura epruvetei cubice folosită pentru încercări, în vederea determinării rezistenței la compresiune a betonului
\emptyset	Diametrul epruvetei cilindrice folosită pentru încercări, în vederea determinării rezistenței la compresiune a betonului
H	Înălțimea epruvetei cilindrice folosită pentru încercări, în vederea determinării rezistenței la compresiune a betonului
a/c	Raportul apă / ciment
I_A^{24}	Indicele de activitate la 24 ore

4. CLASIFICARE

Betonul hidrotehnic se clasifică în funcție de următoarele criterii, în conformitate cu STAS 6102-86: "Betoane pentru construcții hidrotehnice. Prescripții tehnice", cu clasele de expunere menționate detaliat în standardul SREN 206-1:2002:

(a) Poziția în construcția hidrotehnică față de nivelul apei:

- beton permanent sub apă, cu clasele de expunere XC1, XD2, XA, XM;
- beton aflat în zona de variație a nivelului apei, cu clasele de expunere XC2, XC4, XD3, XF1, XF3, XA, XM;
- beton aflat deasupra zonei de variație a nivelului apei, cu clasele de expunere X0, XC1, XC3, XD1, XF1, XF3, XA, XM.

(b) Masivitatea construcției:

- beton masiv (când dimensiunea cea mai mică a construcției depășește 2,0m, conform STAS 6102–86 sau când depășește 1,5m pentru primul strat de lamelare pus în operă la reluarea betonării după pauze tehnologice mai mari de 10 – 20 zile);
- beton nemasiv.

(c) Poziția față de fețele exterioare ale construcțiilor masive:

- betonul zonei exterioare (parament);
- betonul zonei interioare (de interior).

(d) Presiunea apei care se exercită asupra construcției:

- beton pentru construcții supuse la presiunea apei;

- beton pentru construcții nesupuse la presiunea apei (când presiunea exterioară a apei este mai mică de 2 m H₂O).

Delimitarea acestor zone rezultă din proiect și din caietul de sarcini atașat acestuia.

5. CONDIȚII TEHNICE PENTRU BETOANELE CONSTRUCȚIILOR HIDROTEHNICE

Calitatea betoanelor hidrotehnice trebuie să corespundă condițiilor din STAS 6102-86, SREN 206-1:2002 și cerințelor stabilite în proiecte. Condițiile tehnice sunt stabilite de proiectant.

Principalele caracteristici tehnice ale betoanelor hidrotehnice sunt:

- rezistențele mecanice;
- rezistența la îngheț-dezghet;
- impermeabilitatea;
- degajarea de căldură la întărirea betonului în elemente masive;
- omogenitatea betonului;
- rezistența la acțiunea agresivă a apei;
- reacția dintre alcaliile din ciment și agregate (nisip, pietriș și piatră).

În mod suplimentar, unor betoane hidrotehnice li se pot impune prin proiect caracteristici speciale de rezistență. Acestea se impun betoanelor din zonele în care apa circulă cu viteze mari și pot fi supuse eroziunii datorită materialelor transportate de apă sau datorită fenomenului de cavitație.

Pentru betoanele subterane (inclusiv plombele) clasa betonului va fi de minim CH 20, iar raportul a/c va fi mai mic de 0,5.

Nu se pun condiții tehnice cu privire la:

- rezistența la acțiunea agresivă a apei și la impermeabilitate pentru zonele interioare ale construcțiilor masive nesupuse la presiune;
- rezistența la îngheț – dezghet pentru betonul permanent sub apă și betonul zonei interioare a construcțiilor masive;
- degajarea redusă de căldură la betonul pentru construcții nemasive.

5.1. Rezistențele mecanice

(a) Rezistențele mecanice de bază la betoanele hidrotehnice sunt rezistențele la compresiune și întindere, determinate conform SREN 12390-3:2009 și SREN 12390-6:2010.

În conformitate cu STAS 6102-86, betonul hidrotehnic se clasifică în următoarele clase, în funcție de rezistența la compresiune la vârsta de 90 zile, determinate pe epruvetele cubice (SREN 12390-3:2009), sub a cărei valoare se pot întâlni statistic cel mult 5% din rezultate: CH 7,5, CH 10, CH 15, CH 20, CH 22,5, CH 27,5, CH 30, CH 35, CH 40.

Se precizează că, datorită particularităților normelor de calcul specifice betonului hidrotehnic, este preferabil ca rezistențele la compresiune să se determine pe epruvete cubice.

(b) Valorile coeficienților de transformare $f_{c.cil}/f_{c.cub}$, necesare pentru calculul rezistențelor la compresiune pe cilindri (cu diametrul $\varnothing=150$ mm și înălțimea $H = 300$ mm), respectiv cuburi (cu latura $l = 150$ mm), pentru fiecare clasă de beton sunt cele prezentate în CP 012/1-2007. "Cod de practică pentru producerea betonului".

(c) Echivalența dintre mărcile și clasele de beton sunt prezentate în tabelul 1.

Tabelul 1

Marca	Clasă veche	Clasă nouă	Marca	Clasă veche	Clasă nouă	Marca	Clasă veche	Clasă nouă
BH 100	BcH 7,5	CH 7,5	BH 250	BcH 20	CH 20	BH 400	BcH 30	CH 30
BH 150	BcH 10	CH 10	BH 300	BcH(22,5)	CH (22,5)	BH 450	BcH 35	CH 35
BH 200	BcH 15	CH 15	BH 350	BcH(27,5)	CH (27,5)	BH 500	BcH 40	CH 40

Notă: Clasele notate în paranteze sunt suplimentare față de scara prevăzută în STAS 6102-86.

(d). În cazul unor elemente ale construcțiilor hidrotehnice, executate în termene scurte (3, 7, 28 zile), al folosirii betonului armat și betonului armat prefabricat, în cazul volumului mic de beton, se permite adaptarea claselor betonului la vârsta de 28 sau 60 zile, cu motivare specială în proiect.

De asemenea, cu motivare specială în proiect se permite adaptarea claselor betonului și la vârsta de 180 zile.

Și în aceste cazuri corespondența dintre mărcile și clasele de beton rămâne cea prezentată în tabelul 1.

Evaluarea rezistenței betonului la vârsta de 28 zile, în condiții normale de întărire se prezintă în tabelul din anexa 15.

5.2. Rezistența la îngheț-dezghet

(a) Rezistența la îngheț-dezghet se definește prin numărul maxim de cicluri alternative de îngheț-dezghet, pe care pot să le suporte epruvetele de beton la vârsta de 28 zile, fără a suferi deteriorări de structură, care duc la reducerea rigidității la vibrații din încovoiere (modul de elasticitate dinamic) cu peste 15% sau la reducerea rezistenței la compresiune cu peste 25% față de epruvetele martor.

Rezistența la îngheț-dezghet a betoanelor hidrotehnice se determină conform prevederilor din SR 3518-2009, utilizându-se metoda nedistructivă sau metoda distructivă.

(b) După rezistența la îngheț-dezghet, betonul se împarte în trei grade de gelivitate, conform STAS 3622-88 și tabelul 2: G50, G100 și G150.

Tabelul 2

Gradul de gelivitate a betonului	Număr de cicluri de îngheț-dezgeț
G 50	epruvetele rezistă la 50 cicluri de îngheț-dezgeț
G 100	epruvetele rezistă la 100 cicluri de îngheț-dezgeț
G 150	epruvetele rezistă la 150 cicluri de îngheț-dezgeț

(c). Gradul de gelivitate al betonului se stabilește, în funcție de condițiile climatice (temperatura medie a lunii celei mai reci) de regimul de exploatare (numărul schimbărilor nivelului de apă la suprafața spălată a betonului în timp de iarnă), de poziția betoanelor în corpul construcției hidrotehnice față de nivelul apei și poziția față de fețele exterioare ale construcției hidrotehnice, conform tabelului 3.

Tabelul 3.

Temperatura medie a lunii celei mai reci	Gradul de gelivitate	
	Numărul schimbărilor nivelului de apă la suprafața spălată a betonului în timp de iarnă sau numărul ciclurilor naturale de îngheț-dezgeț dintr-un an	
	< 50	≥ 50
peste -5°C	G 50	G 100
între -5°C și -10°C	G 100	G 150*

Notă:

- În toate cazurile pentru betonul plăcii superioare de la canalele de fugă li se va cere condiția gradului de gelivitate G 150, clasa betonului minim CH 27,5 cât și un strat suport drenant care să nu fie antrenat de apă în timp.
- În lipsa unor date exacte cu privire la numărul ciclurilor de îngheț-dezgeț, se recomandă ca acest număr să se ia egal cu diferența dintre numărul zilelor cu temperatură minimă sub 0°C și numărul zilelor cu temperatură maximă peste 0°C .
- Temperaturile medii lunare și numărul zilelor cu temperatura minimă sub 0°C și a celor cu temperatura maximă peste 0°C , pentru zona în care se face construcția, se iau din datele hidrometeorologice oficiale.

(d). Nu se vor impune condiții de rezistență la îngheț – dezgeț betonului aflat permanent sub apă și construcțiilor masive situate la mai mult de 4,00 m de paramentul amonte.

(e). La betonul cu condiții de rezistență la îngheț-dezgeț este obligatorie folosirea unui aditiv antrenor de aer sau mixt, cu luarea în considerație a claselor de expunere XC, XD și XF din SREN 206-1:2002.

5.3. Impermeabilitatea

(a) Impermeabilitatea betonului se caracterizează prin presiunea maximă a apei, la care încă nu se observă infiltrația apei prin epruvete, a căror vârstă este de 90 zile și care sunt încercate conform metodologiei indicate în SREN 12390-8:2009.

(b). Din punct de vedere al impermeabilității, betonul se împarte în următoarele grade:

- P2 – care rezistă la o presiune a apei de cel puțin 2 daN/cm²;
- P4 – care rezistă la o presiune a apei de cel puțin 4 daN/cm²;
- P6 – care rezistă la o presiune a apei de cel puțin 6 daN/cm²;
- P8 – care rezistă la o presiune a apei de cel puțin 8 daN/cm²;
- P12 – care rezistă la o presiune a apei de cel puțin 12 daN/cm².

(c) Gradientul de presiune (gradientul hidraulic) pentru structura de beton hidrotehnic se obține ca raportul între presiunea coloanei de apă și grosimea elementului de beton analizat (mH₂O/m).

(d) Gradientul de presiune, funcție de valorile din tabelul 4, impune alegerea gradului minim de impermeabilitate al construcției masive.

Tabelul 4.

Raportul dintre presiunea apei și grosimea construcției sau grosimea zonei exterioare, care asigură impermeabilitatea în cazul construcției masive (gradientul de presiune – mH ₂ O/m).	Gradul minim de impermeabilitate
≤ 5	P4
de la 5,1 la 8	P6
de la 8,1 la 12	P8
> 12	P12

Notă: Gradul minim de impermeabilitate pentru betonul barajelor în arc este P8.

(e) În cazul termenelor scurte de execuție (3, 7 și 28 zile), al folosirii betonului armat prefabricat, al executării construcțiilor la temperatura joasă a aerului (minim +5⁰C pe durata întăririi lamelei) cu o umiditate de maximum 80% și în cazul lucrărilor cu volum mic, gradele de impermeabilitate se pot stabili și la alte vârste (28, 60, 180 zile), cu motivarea respectivă în proiect.

În aceste cazuri, condiția de impermeabilitate rămâne aceeași.

(f) Condițiile privind impermeabilitatea betonului aflat sub apă și a betonului din zona de variație a nivelului apei a construcțiilor masive se stabilesc în funcție de dimensiunile construcției și de presiunea care acționează asupra acesteia, conform tabelului 4.

(g) Pentru betoanele aflate în zona interioară a construcțiilor masive sub presiune, precum și pentru betoanele aflate deasupra zonei de nivel variabil se va asigura cel puțin gradul de impermeabilitate P2.

(h) Pentru construcțiile supuse la o presiune a apei ce nu depășește 20 mH₂O și având gradienti de presiune cuprinși între 12 și 100 mH₂O/m, gradul maxim de impermeabilitate se va lua:

- P6 pentru coloană de apă (h) $2 \text{ m} \leq h < 8 \text{ m}$;
- P8 pentru coloană de apă (h) $8 \text{ m} \leq h \leq 20 \text{ m}$.

(i) Pentru executarea construcțiilor relativ subțiri (construcții cu dimensiuni 0,1 ÷ 1,0 m) supuse la o presiune a apei ce depășește 20 mH₂O, sau la gradienti de presiune mai mari de 100 mH₂O/m, se pot folosi betoane cu grad de impermeabilitate P12 sau mai mare de P12, pe baza unei fundamentări prealabile.

5.4. Degajarea de căldură la întărirea betonului

La betoanele masive, condițiile tehnologice pentru nedepășirea saltului termic admisibil din degajarea de căldură generată de reacția de hidratare a cimentului, se stabilesc pe bază de calcul termic conform prescripției H-1p-34-94.

5.5. Omogenitatea betonului

(a) Clasa construcțiilor se stabilește conform STAS 4273-83 „Construcții hidrotehnice – încadrare în clasele de importanță” și cuprinde 4 clase de importanță a construcțiilor. Pentru acestea există 3 grade de omogenitate, după cum urmează:

- Gradul de omogenitate I – pentru betoanele din structura obiectelor principale ale construcțiilor de clasa I de importanță. Acestea vor avea coeficientul de variație $C_v \leq 15\%$. Se menționează că pentru realizarea gradului de omogenitate I este necesară luarea de măsuri speciale de dotare din partea constructorului.
- Gradul de omogenitate cel mult II pentru betoanele din structura obiectelor principale ale construcțiilor de clasa a II – a de importanță. Acestea vor avea coeficientul de variație $C_v \leq 18\%$.
- Gradul de omogenitate cel mult III pentru betoanele din structura obiectelor principale ale construcțiilor de clasa a III – a și a IV – a de importanță. Aceste betoane trebuie să satisfacă numai relația $R_C^{K} > R_{ad}^{K}$ de la punctul 9.2.g2.

(b) Omogenitatea betonului proaspăt se asigură prin uniformitatea amestecului, a densității și a lucrabilității stabilite prin rețeta indicată în proiect, în conformitate cu SREN 206-1:2002 și cu tabelul 5.

Determinarea consistenței cât și a densității aparente a betonului se efectuează în conformitate cu SREN 12350-2:2003, SREN 12350-5:2002, SREN 12350-4:2002 și SREN 12390-7:2009.

(c). Variații mai mari ale densității aparente decât $\pm 1,2 \%$ pentru betoanele cu aditivi, respectiv mai mari decât $\pm 0,6 \%$ pentru betoanele fără aditivi, indică o mare neomogenitate a betonului.

(d). Categoria de lucrabilitate a amestecului de beton (conform SREN 206-1:2002) se stabilește prin proiect, în funcție de dimensiunile construcției, de gradul de armare, de mijloacele de transport, de tehnologia de punere în operă și de modul de compactare a betonului și se exprimă prin tasare. La stabilirea lucrabilității se iau în considerare datele din tabelul 5.

Tabelul 5

Tipul betonului	Tasarea conului (mm)
	Beton cu aditiv
Beton pentru construcții masive din beton și beton slab armat (cu conținut de armătură până la 0,5% din suprafața secțiunii calculate).	max. 20
Beton pentru construcții din beton armat cu conținut de armătură până la 1%.	20 ÷ 50
Beton pentru construcții din beton armat cu armătură peste 1%.	50 ÷ 80
Beton pus în operă cu pompa.	70 ÷ 100

Notă:

- Datele din tabel nu se aplică betoanelor la care s-au utilizat superplastifianți.
- Pentru betoanele din zonele dificile de betonare, din considerente tehnologice, prin excepție, se admite mărirea lucrabilității cu păstrarea raportului a/c.

5.6. Rezistența la acțiunea agresivă a apei

Betonul trebuie să fie rezistent la acțiunea agresivă a apei cât și a mediului cu care vine în contact.

Determinarea agresivității apei față de beton, alegerea cimentului, indicarea gradului de impermeabilitate al betonului, precum și indicarea necesității aplicării măsurilor speciale pentru urmărirea stabilității la ape agresive a construcției de beton, se vor face conform STAS 3349/1-83, STAS 3349/2-83 și a Instrucțiunilor ICEMENERG I 35-129:98 cu introducerea claselor de agresivitate XA la atac chimic din SREN 206-1:2002.

5.7. Reacția dintre alcaliile din ciment și agregate

(a) Între cimentul și agregatele folosite la prepararea betonului hidrotehnic nu trebuie să se producă reacții dăunătoare, care provoacă degradarea betonului.

(b) Nu sunt admise, fără încercări și verificări speciale, agregate potențial reactive cu alcaliile din ciment pentru lucrări hidrotehnice. Verificarea reacției alcalii-agregate se face conform SR 5440 – 2009 (se precizează că detalii suplimentare privind reacțiile alcalii – carbonați sunt cuprinse în STAS 5440-70).

(c) Dacă agregatele sunt reactive se limitează conținutul maxim de alcalii al cimentului sau se resping, în conformitate cu rezultatele testelor efectuate de un laborator de specialitate.

6. MATERIALE UTILIZATE LA PREPARAREA BETOANELOR

6.1. Cimenturi

6.1.1. Alegerea cimenturilor, recomandări generale de utilizare

(a). Prin alegerea cimenturilor pentru realizarea betoanelor hidrotehnice se urmărește realizarea, în condiții economice, a cerințelor tehnice impuse acestora. Betonul hidrotehnic fiind cu rețetă specificată, alegerea cimenturilor revine în sarcina proiectantului.

(b). Tipurile uzuale de cimenturi utilizate în betoanele hidrotehnice, condițiile tehnice aferente și modul de alegerea a acestora sunt prezentate în anexa 1. Influențele generale exercitate de aceste tipuri de ciment asupra caracteristicilor esențiale ale betoanelor hidrotehnice sunt precizate în anexa 2.

(c) Alegerea cimenturilor se face distinct pentru situațiile menționate în anexa 1 și în anexa 3.

În cazuri speciale, justificate de proiectant, alegerea tipului de ciment se va face pe bază de studii efectuate de un institut sau laborator de specialitate.

(d) În cazul betoanelor masive și, în special, pentru barajele arcuite, pentru realizarea condiției privind omogenitatea, se recomandă ca cimentul utilizat să provină de la o singură fabrică.

(e) Se admite folosirea simultană pe un șantier a cel mult două și, în mod cu totul excepțional, trei tipuri de ciment.

(f) Înlocuirea tipului de ciment prevăzut în proiect se poate face numai cu acordul beneficiarului și proiectantului.

6.1.2. Livrarea și transportul

Livrarea și transportul cimentului se vor face cu respectarea integrală a următoarelor condiții impuse pentru aceste operații:

(a) Cimentul se livrează în vrac sau ambalat în saci de hârtie, însoțit de un certificat de calitate eliberat de producător prin care se atestă conformitatea cimentului cu standardele în vigoare.

(b) Cimentul livrat în vrac se transportă în vagoane cisternă, autocisternă, containere sau vagoane închise, destinate exclusiv acestui produs, cu specificarea de către producător a mărcii de conformitate pe documentele însoțitoare pentru cimentul certificat.

(c) Transportul cimentului ambalat în saci se face în vagoane închise sau camioane acoperite, cu specificarea de către producător a mărcii de conformitate pe ambalaje și pe documentele însoțitoare pentru cimentul certificat.

(d) În cazul în care cimentul expediat de furnizor este preluat de o bază de aprovizionare, aceasta, trebuie să demonstreze că aplică măsurile pentru păstrarea calității cimentului certificat și este obligată ca la livrarea către utilizator, să elibereze un certificat de garanție în care se va menționa:

- tipul de ciment și fabrica producătoare;
- data livrării de producător a cimentului;
- perioada de garanție precizată de producător la livrarea cimentului;
- data sosirii în depozit;
- numărul certificatului de calitate eliberat de producător;
- numărul avizului de utilizare dat de laborator;
- garantarea respectării condițiilor de depozitare;
- numărul buletinului de reavizare de către laborator, dacă expedierea se face după expirarea termenului prevăzut cu precizarea condițiilor de utilizare.

(e) Pentru cimentul certificat, furnizorul trebuie să efectueze încercări de autocontrol de confirmare în vederea verificării că cimentul își menține caracteristicile. Frecvența de eșantionare și încercări, caracteristicile determinante și metodele de încercare trebuie să fie cel puțin cele enumerate în SR 3011:1996, SREN 197-1:2011, SREN 197-1/A1:2004, SREN 197-4:2004 și SREN 14216:2004 și în conformitate cu datele prezentate în tabelul 2 din SREN 197-2:2002.

Rezultatele de autocontrol efectuate la centrele de expediție trebuie să fie comparate cu cele de la fabrica furnizoare a cimentului certificat.

(f) Producătorul trebuie să aibă specificate în Manualul calității încercările corespunzătoare de acceptare și identificare, în vederea demonstrării faptului că cimentul în vrac corespunde cimentului specificat. Deasemenea trebuie să facă dovada prin dotările de care dispune, a garanției că diferite cimente (tipuri, clase de rezistență și/sau origini diferite) sunt păstrate separat și depozitate în silozuri separate și că este preîntâmpinată contaminarea cimentului.

(g) Frecvența minimă a încercărilor de identificare pentru recepție la furnizor este de o încercare pentru fiecare livrare, dar cel puțin la 500 tone. Caracteristicile care trebuie să fie determinate pentru identificare rapidă (exemplu finețea de măcinare, pierderea la calcinare sau culoarea) pot fi alese de către producător, cu condiția să fie supuse organismului de inspecție.

6.1.3. Depozitarea (în șantier)

Depozitarea cimentului livrat în vrac sau ambalat în saci se va face cu respectarea integrală a următoarelor condiții impuse pentru această operație:

(a) Depozitarea cimentului se va face numai după constatarea existenței certificatului de calitate sau de garanție și verificarea capacității libere de depozitare în silozurile destinate tipului respectiv de ciment sau în încăperile special amenajate.

Ori de câte ori este posibil, depozitarea cimenturilor, primite direct de la producător / furnizor, se va face după verificarea la laborator a caracteristicilor fizice.

(b) Depozitarea cimentului în vrac se va face în celule tip siloz, în care nu au fost depozitate anterior alte materiale.

(c) La depozitele intermediare precum și la depozitele de rezervă ale stațiilor de betoane se vor marca distinct silozurile destinate fiecărui sortiment de ciment ce urmează a fi utilizat.

Marcarea silozurilor se va face prin înscrierea simbolului standardizat al cimentului cu litere și cifre de minimum 50 cm înălțime.

Când apare necesară schimbarea sortimentelor de ciment depozitate, silozurile în cauză se vor goli complet și curăța prin instalația pneumatică și se vor marca corespunzător noului sortiment de ciment ce urmează a se depozita.

Pe întreaga perioadă de exploatare a silozurilor se va ține evidența loturilor de ciment depozitate în fiecare siloz, prin înregistrarea zilnică a primirilor și livrărilor.

(d) Depozitarea cimentului ambalat în saci trebuie să se facă în încăperi închise. În cazul magaziiilor din lemn, acestea vor avea streșini de minimum 50 cm lățime, iar pardoseala va fi ridicată cu cel puțin 30 cm deasupra nivelului terenului.

În cazul în care încăperea de depozitare are pardoseală de beton, sacii vor fi așezați pe grătare din lemn, pentru a se asigura circulația aerului la partea inferioară a stivei.

Sacii vor fi așezați în stive, lăsându-se o distanță liberă de 50 cm de la pereții exteriori și păstrând împrejurul lor un spațiu suficient pentru circulație. Stivele vor avea cel mult 10 rânduri de saci suprapuși. Pe fiecare stivă se va afișa data sosirii cimentului, sortimentul și data fabricației.

(e) Durata de depozitare la utilizator va respecta încadrarea în perioada de garanție precizată de producător / furnizor la livrarea cimentului și nu va depăși 60 zile de la data expedierii de către producător / furnizor pentru cimenturile cu adaosuri și, respectiv, 30 zile în cazul cimenturilor fără adaosuri.

(f) Cimentul rămas în depozit un timp mai îndelungat nu va putea fi întrebuințat la lucrările din beton și beton armat, decât după efectuarea unor verificări prealabile, conform anexei 5.

6.1.4. Controlul calității cimentului

(a) Verificarea calității cimentului se va efectua, conform prevederilor din anexa 4, în două etape:

- la aprovizionare;
- înainte de utilizare.

(b). La sosirea cimentului în depozit se procedează la o recepție preliminară, pe baza documentelor de expediție emise de furnizor, în special pe baza certificatului de calitate, care trebuie să cuprindă toate caracteristicile prevăzute de standardul de produs (punctul A.a. din anexa 4).

Cimentul sosit fără certificat de calitate nu se recepționează.

(c) După recepția preliminară se recoltează probe pentru efectuarea analizelor de control. În acest scop se recoltează câte o probă după cum urmează:

- în cazul transportului pe cale ferată, din fiecare vagon, dacă sosesc simultan mai puțin de zece vagoane cu același sortiment, și din două în două vagoane, dacă numărul vagoanelor sosite simultan este mai mare de zece;
- în cazul transportului cu alte mijloace (auto, pe apă, ș.a.), de capacitate sub 50 tone, din fiecare mijloc de transport, dacă ritmul de aprovizionare nu depășește 200 tone/zi și la cel mult 50 tone, dacă ritmul de aprovizionare depășește 200 tone/zi;
- în cazul transportului cu mijloace de capacitate peste 50 tone, la cel mult 50 tone, indiferent de ritmul de aprovizionare.

(d) Se efectuează determinări fizice conform anexei 5, punctul A, b, c, d, . Cimentul nu se dă în consum anterior obținerii rezultatelor sau dacă aceste rezultate nu se încadrează în prevederile standardizate.

(e) Se determină rezistențele mecanice, conform anexei 4 (punctul.A.e).

(f) Probele necesare efectuării analizelor de control (punctele 6.1.4 (c) și 6.1.4 (d)) se formează prin amestecarea probelor de ciment recoltate din mijloacele de transport ce s-au descărcat în același siloz, respectându-se și prevederile SREN 196-7:1995.

Proba medie astfel preparată se va împărți în două: o parte de circa 4 kg va servi efectuării determinărilor în laboratorul constructorului, iar a doua, de circa 8 kg, va fi păstrată de către constructor drept contraprobă.

În cazul cimenturilor la care rezistențele mecanice la vârsta de 28 zile sunt corespunzătoare, contraprobele pot fi desființate.

Pentru cazurile în care rezistențele mecanice nu au realizat condițiile impuse pentru 28 zile, contraprobele vor fi păstrate până la obținerea rezultatelor rezistențelor mecanice pe betoane la vârsta de 90 zile sau până la clarificarea situației.

(f) În funcție de specificul lucrării, caietele de sarcini pot să prevadă și alte determinări pentru controlul calității cimenturilor la aprovizionare (conținutul de alcalii, căldura de hidratare, analize chimice, ș.a.).

Aceste determinări (analize) se vor efectua prin grija beneficiarului în laboratoare de specialitate, pe probe medii pregătite și puse la dispoziție de constructor. Caietele de sarcini vor menționa cantitățile de ciment corespunzătoare acestor probe medii, precum și frecvența determinărilor. Aceste probe medii vor fi realizate, luându-se ciment din contraprobele grupate, astfel încât să corespundă cantității de ciment la care se impune efectuarea determinării.

(g). Antreprenorul, în contractul cu furnizorul / producătorul de ciment, va prevedea toate clauzele corespunzătoare, pentru îndeplinirea criteriilor de control al calității, precizate în prezentul capitol al normativului.

6.2. Apa

Apa utilizată la realizarea betoanelor poate să provină din rețeaua publică sau din altă sursă și trebuie să îndeplinească condițiile tehnice din SREN 1008:2003 cu respectarea frecvenței încercărilor. Dacă nu se utilizează sursă de apă potabilă, verificarea calității apei se va face înaintea începerii lucrărilor de betonare și apoi trimestrial.

6.3. Agregate naturale grele

6.3.1. Condițiile tehnice

6.3.1.1. Nisipurile

(a) Nisipurile utilizate la betoanele hidrotehnice sunt definite ca agregate cu clase granulare de mici dimensiuni, pentru care D este mai mic sau egal cu 4 mm conform caracteristicilor generale de granulozitate stabilite în tabelul 2 din SREN 12620+A1: 2008.

(b) Nisipul se utilizează în betoanele hidrotehnice într-un număr variat de 1 ÷ 3 sorturi, corespunzătoare necesităților impuse la stabilirea compoziției betoanelor respective, pentru obținerea unui grad de omogenitate a betonului cât mai ridicat, prin păstrarea cât mai constantă a granulozității betonului.

(c) De compoziția granulometrică, forma și natura mineralogică a nisipului depind unele proprietăți importante ale betonului. În general, se recomandă împărțirea nisipului într-un număr de sorturi granulare determinate pentru fiecare caz în parte, în funcție de condițiile tehnice impuse betonului și de gradul de variație a compoziției granulometrice a agregatelor nesortate.

Fracționarea industrială a materialelor cu granula cu D maxim 2 mm se face, de regulă, hidraulic.

(d) Nisipul poate proveni fie din sfărâmarea naturală, fie din concasarea diverselor roci sau poate fi un amestec de granule provenite prin aceste două căi. Nisipul trebuie să provină din roci stabile, adică nealterabile, fără acțiune dăunătoare în beton. Nu se admite folosirea lui fără încercări și verificări speciale adecvate, efectuate conform SR 5440:2009.

(e) La prepararea nisipurilor prin concasare se vor folosi utilaje care să asigure obținerea de granule cu forme corespunzătoare, apropiate de poliedru cu colțurile echidistante spațial.

(f) Granulele nisipului trebuie să fie aspre la pipăit, iar la frecarea între degete să scârțâie.

(g) Granulozitatea pentru fiecare tip de nisip produs este exprimată în procente de masă a nisipului, cu toleranțele respective, trecut prin sitele ale căror dimensiuni sunt stabilite în tabelul 4 din SREN 12620+A1:2008.

Conținutul de particule fine trebuie exprimat utilizând categoria corespunzătoare din tabelul 11 din SREN 12620+A1:2008.

(h) Condițiile de admisibilitate pe care trebuie să le îndeplinească nisipul, din punct de vedere al conținutului mineralogic și al impurităților sunt indicate în anexa 5.

(i) Din punct de vedere fizico – mecanic, nisipul trebuie să aibă următoarele caracteristici:

- densitatea în grămadă, în stare afânată și uscată de minimum 1200 kg/m^3 ;
- volumul de goluri în stare afânată, maximum 40%.

6.3.1.2. Agregatele grosiere

(a) În betoanele hidrotehnice se pot folosi ca agregate grosiere pietriș, piatră și bolovani de balastieră, piatră spartă sau amestecuri de pietriș și piatră spartă în sorturi granulare și în proporții determinate.

Agregatele grosiere se definesc ca având dimensiunile $D_{\max} = 120 \text{ mm}$ și $d_{\min} = 2 \text{ mm}$ și trebuie să corespundă caracteristicilor generale de granulozitate stabilite în tabelul 2 din SREN 12620+A1:2008.

(b) În condiții cu totul speciale, când sursele de agregate din vecinătatea unei construcții hidrotehnice sunt preponderent din calcare, folosirea la prepararea betoanelor a acestor agregate, care nu îndeplinesc condițiile prevăzute la punctele 1, 4, 5, 7, 9 și 10 din anexa 7, este permisă, numai după verificarea realizării cerințelor impuse betonului prin încercări și studii prevăzute la punctul 6.1.a.

Calcarele dolomitice trebuie cercetate foarte atent mineralogic pentru a fi folosite ca agregate pentru betoane. Este posibilă dedolomitizarea lor.

(c) Agregatele grosiere trebuie să fie inerte și să provină din roci stabile, dure și nealterabile. Selecționarea agregatelor pe tipuri, dimensiuni și categorii trebuie să se facă ținând seama de cerințele legate de următoarele aspecte:

- de dimensiunile elementelor construcției și execuția lucrării,
- de tipul și clasele de betoane utilizate în final pentru execuția lucrării
- de acțiunile agresive ale mediului înconjurător asupra betonului.

(d) Condițiile de admisibilitate pe care trebuie să le îndeplinească agregatele grosiere, din punct de vedere al conținutului mineralogic și al impurităților sunt indicate în anexa 6.

(e) Caracteristicile fizico-mecanice ale agregatelor grosiere trebuie să îndeplinească condițiile tehnice indicate în anexa 7.

(f) Granulozitatea agregatelor grosiere folosite la prepararea betoanelor trebuie să fie determinată experimental în cadrul studiilor prevăzute la punctul 7.1.a. pentru a fi verificată capacitatea pentru a asigura compactitatea maxima.

(g) Pentru a se asigura o compoziție constantă betonului, se recomandă împărțirea agregatelor grosiere în sorturile indicate în anexa 7. după cum urmează:

- la $D_{max} = 25$ mm – minimum două sorturi;
- la $D_{max} = 56$ mm – minimum trei sorturi;
- la $D_{max} = 100$ mm – minimum patru sorturi.

(h) Clasele de granulozitate ale agregatelor grosiere trebuie să fie stabilite prin utilizarea dimensiunilor sitelor prezentate în tabelul 1 SREN 12620+A1:2008. Astfel se apreciază caracteristicile generale ale granulozității exprimate în procente de trecere în masă a agregatului cu toleranțele respective în tabelele 2 și 3 din SREN 12620+A1:2008.

Verificarea granulozității sorturilor va fi făcută cu site cu ciururi având aceleași tipuri de ochiuri cu cele utilizate la sortare.

(i) Dacă pentru dimensiunile calculate, sorturile nu îndeplinesc condițiile de granulozitate de mai sus, trebuie adoptate sitele cele mai apropiate din seria SRISO 565:1997 și SRISO 3310-1:2000 pentru respectarea caracteristicilor generale de granulozitate din tabelul 2 din SREN 12620+A1:2008.

(j) Sursele de agregate se indică de către proiectant pe bază de studii de teren și de laborator.

6.3.2. Depozitarea

Agregatele trebuie depozitate (intermediar și final) pe platforme betonate, având pante și rigole de evacuare a apelor. Pentru depozitarea separată a diferitelor sorturi se vor crea compartimente cu înălțimea corespunzătoare evitării amestecării cu alte sorturi. Compartimentele se vor poziționa astfel încât să nu se creeze acumulări de bălți sau ape pluviale.

6.3.3. Controlul calității agregatelor (anexa 8)

(a) Exploatarea de către constructor a sursei de agregate (balastieră, carieră) trebuie să se facă organizat, pe baza unui proiect tehnologic.

Schimbarea sursei de aprovizionare cu agregate se poate face numai cu acordul scris al proiectantului și beneficiarului în urma prezentării rezultatelor studiilor de teren și laborator și a memoriului justificativ privind necesitatea respectivei schimbări.

(b) Constructorul va anunța imediat beneficiarul și proiectantul cu privire la cazurile de neîncadrare în condițiile tehnice impuse agregatelor.

(c) Controlul agregatelor se va realiza în funcție de organizarea gospodăriei de agregate și se face la stația de sortare și la stația de beton.

(d) Prin controlul la stația de sortare se determină:

- conținutul de impurități (corpuri străine, argilă, părți fine, humus, cărbune, mică, ș.a.);
- granulozitatea pe sorturi;
- aspectul și forma granulelor.

Materialul asupra căruia se efectuează determinările se prelevează de pe benzile de transport în depozite.

(e) La depozitarea agregatului se va avea grijă, prin reglarea distanțelor de cădere, să nu se producă segregări ale materialului.

(f) Frecvența determinărilor pentru controlul la stația de sortare se precizează pentru fiecare lucrare în parte, prin caietul de sarcini, ținându-se seama de standardul SREN 12620+A1:2008 și cu următoarele recomandări:

- corpurile străine și argila în bucăți să se determine o dată pe schimb;
- conținutul de levigabil al sorturilor cu lungimea maximă mai mică de 40 mm să se determine o dată pe schimb și al sorturilor cu lungimea maximă mai mare de 40 mm zilnic.

(g) Controlul la stația de beton constă în determinarea:

- corpurilor străine și argilei în bucăți;
- conținutului de părți levigabile;
- granulozității sorturilor;
- umidității;
- masa volumică reală și coeficientul de absorbție al apei;
- masa volumică în vrac.

Materialul asupra căruia se efectuează determinarea se prelevează de pe banda de alimentare a silozurilor, buncărelor sau respectiv a dozatoarelor.

(h) Frecvența determinărilor ce se efectuează la stația de beton se va preciza, pentru fiecare lucrare în parte, prin caietul de sarcini. Se recomandă următoarele:

- corpurile străine și argila în bucăți se vor determina o dată pe zi;
- granulozitatea sorturilor și a părților levigabile se va determina o dată pe schimb;
- umiditatea se va determina o dată pe schimb și ori de câte ori se schimbă condițiile atmosferice;
- masa volumică reală și coeficientul de absorbție al apei la prima livrare a agregatelor provenind dintr-o nouă sursă;
- masa volumică în vrac se determină suplimentar la prima livrare dintr-o nouă sursă de agregate, când informațiile de la furnizor nu sunt disponibile.

(i) Metodele de încercare sunt reglementate în STAS 4606–80 și nominalizate prin standard SREN 12620+A1:2008.

(j) Agregatele pot fi utilizate la stația de beton numai după efectuarea determinărilor prevăzute la punctele d, f, g, h, cu avizul laboratorului de șantier.

6.4. Aditivi

(a) Pentru reducerea necesarului de apă al amestecurilor de beton, precum și pentru ameliorarea proprietăților de bază ale betoanelor este indicat să se introducă aditivi la prepararea amestecurilor de beton.

Din punct de vedere al dozajului de ciment, aditivii nu reduc cantitatea de ciment necesară la prepararea unui m^3 de beton. În schimb, diferența de preț dintre aditivi poate să difere foarte mult la m^3 de beton preparat.

(b) Acești aditivi sunt în principal:

- plastifianți;
- antrenori de aer;
- întârziatori de priză;
- mixti (plastifianți și antrenori de aer);
- superplastifianți;
- acceleratori de priză;
- produși de cristalizare.

(c). Volumul de aer antrenant în amestecul de beton trebuie să fie, pentru betoanele cu condiția de rezistență la îngheț-dezgheț, de:

- - 5% \pm 1% în cazul unui beton cu granule $D_{max} = 25$ mm;
- - 4% \pm 1% în cazul unui beton cu granule $D_{max} = 56$ mm;
- - 3% \pm 1% în cazul unui beton cu granule $D_{max} = 100$ mm.

Procentele indicate se referă la conținutul de aer din beton, minus conținutul de aer din agregat.

În cazul betoanelor cu cenușă sau cu microsiline pentru realizarea procentelor de mai sus este necesar mărirea cantității de aditiv.

Determinarea procentului de aer al betonului proaspăt se efectuează conform SREN 12350-7:2003.

(d) În cazul în care, din considerente tehnologice, betonul nu poate fi pus în lucrare până la începerea prizei, se indică folosirea unui întârziator de priză. Aceste tipuri de aditivi pot avea influențe nefavorabile pentru comportarea betonului la îngheț-dezgheț.

(e) Pe baza prescripțiilor speciale și a unor testări prealabile, efectuate într-un laborator de specialitate, se pot utiliza concomitent două tipuri de aditiv sau alți aditivi pentru betoane.

Superplastifianții se folosesc în special la lucrări industriale cu rezistențe foarte mari, armături dese. Deși factorul a/c este foarte redus, cantitatea de ciment variind între 360 – 430 kg/m^3 , tasarea betonului rămâne foarte mare. Aceste betoane sunt foarte rezistente și la atacul chimic, dacă cimentul este corespunzător (pe baza studiilor efectuate la Laboratorul Hidroconstrucția Pitești pe betoane cu microsiline și aditivi). Eficiența unui superplastifiant este condiționată de tipul de ciment. Sunt necesare încercări preliminare, în special pentru cimenturi cu adaosuri.

(f). Fiecare transport de aditiv va fi însoțit obligatoriu de certificatul de calitate emis de furnizor. Se vor respecta condițiile de folosire, păstrare și transport din prospectul tehnic al aditivului cu marcarea și etichetarea conform punctului 8 din SREN 934-2:2003.

(g) Înainte de utilizarea pe șantier a unui aditiv, acesta va fi verificat sub aspectul reproductibilității rezultatelor obținute în studiile inițiale, pe baza cărora s-au stabilit tipul și procentul de aditiv recomandat pentru betonul respectiv.

Aditivul sosit la constructor fără certificat de calitate nu va fi folosit.

(h) Încercările de control de pe șantier constau în determinarea următoarelor proprietăți ale betonului proaspăt, preparat pe baza compozițiilor recomandate:

- tasarea, în vederea constatării eficienței (reducerea factorului a/c pentru aceeași tasare);
- procentul de aer occlus pentru aditivul antrenor de aer;
- timpul de priză, în cazul folosirii întârziatorului de priză, determinat conform punctului 8.3.b.

(i) Pentru închiderea fisurilor betoanelor, prin care se infiltrează apa, se pot folosi diverși produși de cristalizare. Testarea eficienței acestor produși de cristalizare trebuie făcută de proiectant și executant conform prescripțiilor date de furnizor / producător, preliminar în situ și numai după aceasta, funcție de rezultatele obținute să se treacă la folosirea lui, la închiderea celorlalte fisuri. Se precizează că acești produși de cristalizare aduc și un spor de rezistență și de lucrabilitate pentru betoane în cazul folosirii la prepararea acestora.

(j) Folosirea unui produs ca aditiv pentru betoane cu respectarea condițiilor de performanță din SREN 934-2:2003 se poate face pe baza:

- caracteristicilor de prospect;
- recomandărilor fabricantului;
- încercărilor proprii la un laborator autorizat în domeniul materialelor de construcții;
- existența agrementului tehnic al produsului;
- considerente tehnico-economice.

6.5. Cenușa de termocentrală și microsilicea densificată

(a) Cenușa de termocentrală (captată uscat de la electrofiltre) poate fi utilizată ca adaos la prepararea betoanelor hidrotehnice, pe bază de studii sau încercări preliminare, după caz, la aprecierea proiectantului, conform prescripțiilor tehnice în vigoare SREN 934-6:2005 „Adaos pentru beton, mortar și pastă”. Caracteristicile cenușii (produs certificat) pentru betoane trebuie să fie în conformitate cu SREN - 450-1:2006, iar cele ale silicei cu SREN 13263-1,2:2005. Proiectantul are obligația să avizeze aceste studii și să participe la încercări.

Aceste adaosuri pot mări compactitatea și rezistența betonului.

(b) Cenușa de centrală termoelectrică, utilizată ca adaos de tip II la prepararea betoanelor hidrotehnice, este o cenușă zburătoare (volantă) ale cărei caracteristici trebuie să îndeplinească condițiile prevăzute în standardul SREN 450-1:2006.

(c). Pentru prepararea betoanelor cu utilizarea cenușii de centrală termoelectrică vor fi respectate normativele:

- Instrucțiuni tehnice pentru utilizarea cenușilor de centrală termoelectrică la prepararea betoanelor – C 189-88.
- Instrucțiuni tehnice pentru elemente de fundație din beton, cu adaos de cenușă de centrală termoelectrică, situate în terenuri cu agresivități naturale și industriale – C 215-88.

(d) La stația de betoane, cenușa se va depozita în silozuri special amenajate, marcate pe porțiunea lor mediană cu o dungă portocalie cu o lățime de minimum 200 mm pe toată circumferința silozului, inscripționată cu mențiunea “CENUȘĂ”.

Circuitul cenușei trebuie să fie distinct (manipulare, transport, depozitare, dozare). Dozarea cenușei se va face cu dozatoare speciale, diferite de cele ce se folosesc la dozarea cimentului.

Mijloacele de dozare se verifică cel puțin o dată pe săptămână.

(e). Furnizorul de cenușă va atesta în certificatul de calitate la fiecare lot aprovizionat și următoarele:

- Finețea conform SREN 196-3:2006.
- Stabilitatea (expansiunea).
- Indicele de activitate la 24 ore (I^{24}_A), la fiecare lot de cenușă de tip II.
- Faptul că cenușa nu este radioactivă.

(f) Utilizatorul de cenușă este obligat să verifice certificatul de calitate, să determine finețea, stabilitatea cât și indicele de activitate I^{24}_A pentru fiecare lot de cenușă aprovizionată.

(g) Pentru betoanele turnate prin pompare din galeriile subterane, când tehnologia de punere în operă a betonului necesită spor de parte fină, se recomandă să nu se suplimenteze dozajul de ciment, ci să se folosească un adaos de cenușă, respectându-se punctele 7.1.a și 7.1.b din prezentul normativ.

(h) Cenușa de tip II se poate folosi ca adaos în beton la construcțiile hidrotehnice fără condiții de îngheț – dezgheț supuse la următoarele clase de expunere: X0, XC, XD1.

La construcțiile hidrotehnice cu condiții de îngheț – dezgheț supuse la clasele de expunere XC trebuie efectuate studii preliminare care să dea rezultate favorabile folosirii cenușei de tip II ca adaos la prepararea betoanelor.

(i) Se interzice utilizarea cenușii ca adaos în beton în următoarele cazuri:

- elemente din beton precomprimat (conform C 189-88, punctul 2.6);
- elemente supraterane situate în medii agresive naturale sau industriale (conform C189-88, punctul 2.7);

- elemente de beton expuse ciclului de îngheț-dezghet, numai când studiile preliminare indică rezultate nefavorabile pentru această solicitare sau alte teste de apreciere a durabilității.

(j) Microsilicea densificată se utilizează circa 40 kg/m³ împreună cu un superplastifiant circa 0,6 – 2 % din dozajul de ciment. În felul acesta se realizează betoane de clasă superioară lui CH 40 la 28 de zile.

Prin aceasta nu este însă sigură realizarea unui beton foarte rezistent la atacul chimic (vezi STAS 3349/1:1983 și punctul 6.4. (e) din normativ), fapt care conduce la necesitatea efectuării unor cercetări experimentale.

(k). Microsilicea densificată, sosită pe șantier, va fi însoțită de un certificat de calitate emis de furnizor / producător, fără de care nu se recepționează.

Executantul va înscrie această clauză în contractul cu furnizorul / producătorul.

Certificatul de calitate va cuprinde: compoziția chimică, densitatea, granulația și umiditatea totală.

(l). Consultarea unui laborator de specialitate pentru beton, de către proiectant, pentru utilizarea unor compoziții cu adaos de microsilice și superplastifiant, în cazuri concrete, este indicată și prin aceea că prețurile superplastifianților sunt foarte ridicate.

7. PREPARAREA ȘI TRANSPORTUL BETONULUI

Prepararea betonului se va face în stațiile de betoane dotate cu sisteme automate sau semiautomate de dozare pentru toate componentele betonului. Capacitatea stațiilor de betoane trebuie să asigure ritmul maxim de betonare necesar.

7.1. Stabilirea compoziției betonului

(a) Compoziția betonului hidrotehnic se stabilește pe bază de studii preliminare efectuate într-un laborator de specialitate la faza studiu de fezabilitate sau DALI, putându-se continua și la faza de proiect tehnic, dacă se impun încercări de lungă durată.

Compoziția betonului se stabilește în funcție de:

- condițiile tehnice cerute betonului de către proiectant cu respectarea cerințelor pentru ca betonul să reziste la agresiunile mediului înconjurător;
- caracteristicile materialelor folosite, modul de transport și de punere în operă, cât și de mijloacele de compactare;
- caracteristicile elementelor ce se vor executa (dimensiunea maximă a secțiunilor, desimea armăturilor, ș.a.).

Înainte de trecerea la producția industrială, constructorul este obligat să verifice, prin laboratoarele de șantier, compoziția betonului, sub aspectul realizării proprietăților cerute, cu materialele și în condițiile existente pe șantier. Cu această ocazie se pot face unele adaptări, cu condiția respectării caracteristicilor tehnice prescrise de

lucrabilitate, rezistențe mecanice, permeabilitate, gelivitate, ș.a. Aceste adaptări vor fi avizate de proiectant luând în considerare și cerințele referitoare la clasele de expunere specificate în tabelul F1 din SREN 206-1:2002.

(b) În proiectul lucrării se va anexa un caiet de sarcini, care va cuprinde:

- condițiile tehnice specifice pentru materialele componente ale betonului și pentru beton;
- alcătuirea compoziției betonului;
- condițiile tehnice specifice privind prepararea, turnarea și tratarea ulterioară a betonului;
- regulile de verificare a calității betonului.

În cazul lucrărilor hidrotehnice, pentru care beneficiarul, proiectantul și constructorul au căpătat o experiență suficientă, stabilirea compoziției betonului poate fi făcută cu acordul proiectantului, pe bază de încercări preliminare efectuate de către un laborator al constructorului.

În acest caz, condițiile tehnice ale betonului se pot specifica în piesele proiectului, și în acest caz fiind necesară anexarea unui caiet de sarcini special acestor lucrări. Pe această cale sunt redate cerințele și specificațiile betonului după cum urmează:

(b1) Cerințele pentru proprietățile betonului proaspăt, redate în standardul SREN 206-1:2002 și cuprind următoarele (cu verificările date în anexa 12):

- Consistența.
- Coținutul de ciment și raportul a/c.
- Conținutul de aer.
- Dimensiunea maximă a agregatelor.

(b2) Cerințe pentru betonul întărit (cu verificările date în anexa 13) cuprind:

- Rezistența la compresiune, respectiv, rezistența la tracțiune prin despicare.
- Masa volumică.
- Rezistența la penetrarea apei.
- Reacția la foc.

(c) Specificațiile betonului trebuie elaborate cu ajutorul cerințelor de bază care vor fi indicate în toate cazurile și a condițiilor suplimentare, atunci când sunt cerute.

Toate cerințele pentru obținerea proprietăților necesare ale betonului proaspăt și întărit, precum și cerințele asupra proprietăților betonului, necesare la transportul după livrare, la punerea în operă, la compactare, la tratamentul inițial și toate tratamentele ulterioare sunt clasificate pe următoarele categorii de specificații conform SREN 206-1:2002:

- Specificația betonului cu proprietăți specificate.
- Specificația betoanelor de compoziție prescrisă.
- Specificația betoanelor de compoziție prescrisă printr-un standard.

7.2. Dozarea materialelor pentru prepararea betonului

(a) Dozarea materialelor se va face gravimetric, în funcție de compoziția prescrisă și va fi permanent supravegheată de către personalul tehnic instituit în acest scop.

(b) La dozarea materialelor componente ale betonului se admit următoarele abateri:

- $\pm 3\%$ pentru fiecare sort de agregate în parte;
- $\pm 3\%$ pentru întreaga cantitate de agregat;
- $\pm 3\%$ pentru ciment și apă;
- $\pm 5\%$ pentru aditivi;
- $\pm 3\%$ pentru cenușă de termocentrală sau microsiline densificate.

Dozarea aditivilor se face în conformitate cu prospectul de produs și a studiilor preliminare.

La dozarea apei se va ține seama de umiditatea agregatelor pentru a se corecta cantitatea de apă utilizată la prepararea betonului, astfel încât să se păstreze constant raportul a/c.

7.3. Amestecarea componentelor betonului

(a) Pentru amestecarea componentelor betonului se pot folosi betoniera cu amestec forțat sau betoniere cu cădere liberă. În cazul utilizării agregatelor cu granule mai mari de 31,5 mm, se vor folosi numai betoniere cu cădere liberă.

(b) Ordinea de introducere a materialelor componente în betonieră se va face conform prevederilor cărții tehnice a utilajului respectiv, dar începând cu sorturi de agregate cu granula cea mai mare.

(c) La amestecarea betonului se vor respecta următoarele reguli:

- Timpul de amestecare necesar se va determina în funcție de capacitatea betonierei, de natura agregatului utilizat și de consistența betonului. Acest timp este cuprins de obicei între 1,5 și 2,5 minute pentru betoniere cu cădere liberă și nu va coborî sub timpul minim prevăzut în cartea tehnică a instalației. Durata de malaxare se măsoară de la introducerea ultimului component în betonieră.

La betoanele cu adaos de cenușă de termocentrală sau de microsiline densificate, timpii de malaxare se măresc cu 50%.

Introducerea cenușii sau microsilinei în betonieră se poate face și în același timp cu cimentul.

- Capacitatea betonierei se determină în funcție de dimensiunea maximă D a agregatelor.

La alegerea capacității betonierelor se poate ține seama de datele din tabelul 6.

Tabelul 6

Capacitatea nominală a betonierei	Dimensiunea maximă D_{max} a agregatului
500 l	48 mm
1000 l	80 mm
2200 l	120 mm

Nu se va schimba viteza de rotație a betonierei față de cea stabilită de fabrica producătoare.

- Pentru a se realiza temperatura indicată a betonului la punerea lui în lucrare este necesar ca fabricile de beton să fie dotate cu instalații de producere a apei răcite, a fulgilor de gheață și a apei încălzite.
- Când se utilizează apa caldă pentru prevenirea prizei instantanee a betonului, cimentul se va introduce în betonieră după ce apa s-a amestecat cu o mare parte din agregate (în medie jumătate din cantitatea de agregate).
- În vederea asigurării omogenității și constantei betonului se va controla periodic precizia dozatoarelor. Verificarea se va face săptămânal pentru fiecare dozator în parte, de către șeful stației de betoane și trimestrial și cu participarea membrilor comisiei de atestare internă a stației de betoane.
- Toate stațiile de betoane vor fi date în exploatare numai după atestarea de către Inspecția de Stat în Construcții.

7.4. Transportul betonului

(a) Sistemul de transport se va stabili prin proiect, astfel încât să asigure:

- productivitatea necesară pentru înscrierea în programul de execuție a lucrării;
- înscrierea în timpii impuși, pentru a se putea turna betonul în lucrare înainte de începutul prizei sale;
- evitarea segregării în timpul transportului;
- transportul fără pierderi pe traseu și în special, evitarea încărcărilor și descărcărilor repetate;
- evitarea modificării în timpul transportului a parametrilor calitativi inițiali (tasare, conținut de aer occlus, temperatură, ș.a.).

Durata de la prepararea betonului până la turnarea în lucrare nu trebuie să depășească 60 de minute în cazul transportului cu mijloace de agitare și respectiv 45 de minute în cazul transportului fără mijloace de agitare. Pentru situații speciale, se vor folosi, cu aprobarea proiectantului, aditivi întârziatori de priză.

(b) Ca mijloace de transport, în funcție de specificul organizării de șantier și de distanța de transport, se pot utiliza:

- bene cu volum util egal cu un multiplu al volumului unei șarje;
- autovehicule cu pneuri, ca autovehicule speciale (autoagitatoare, cisterne cu amestecător), când distanța de transport este mare, respectiv autocamioane cu ladă mecanică, basculantă etanșă;
- vagonete de căi ferate înguste, automalaxoare pentru betonare în subteran;
- instalații de transport prin conducte cu ajutorul pompelor sau al aerului comprimat;
- benzi transportoare, care se utilizează în locurile unde nu au acces mijloacele arătate mai sus. Se va acorda o atenție deosebită alegerii unghiului de înclinare al benzii, a vitezei de deplasare și a sistemului de curățire al suprafeței transportoare.

(c) În timpul transportului betonului trebuie luate următoarele măsuri speciale:

- Încărcarea mijlocului de transport cu beton din betonieră sau buncăre se va face prin dispozitive care să asigure o cădere verticală; înălțimea de cădere a betonului va fi de maxim 2 m.
- În cazul segregării betonului în timpul transportului, se va face o reamestecare înainte de turnare în lucrare. Se interzice adăugarea de apă sau de ciment.
- Dacă condițiile atmosferice sunt defavorabile (ploaie, zăpadă, îngheț), betonul se va proteja. Pentru menținerea temperaturii betonului se recomandă izolarea termică a mijlocului de transport.
- În cazul utilizării sistemului de transport al betonului cu instalația de pompare, sistemul de alimentare cu beton va fi continuu, deoarece întreruperile duc la dificultăți în exploatarea normală a pompelor de beton.
 Înălțimea liberă de cădere a betonului la punerea în operă nu trebuie să fie mai mare de 1,5 m, iar grosimea stratului de beton trebuie să fie de maxim 50 cm. Betonul trebuie să fie bine compactat prin vibrare. Compoziția betonului se va stabili ținându-se seama de condițiile din cartea tehnică a utilajului respectiv.
 Pentru pompe de beton cu piston utilizate curent de către unitățile de construcții hidrotehnice, conținutul de parte fină din beton (ciment + agregate sub 0,2 mm) va fi de minim 400 kg/m³ beton, sau mai mare conform cărții tehnice a utilajului. Această condiție se va respecta și în cazul folosirii adaosului de cenușă.
- Transportul betonului se va efectua în minimum de timp, pentru ca betonul să poată fi turnat în lucrare, înaintea începerii prizei.
 Nu se admite turnarea în lucrare a betonului care prezintă început de priză. Determinarea începutului de priză se va face conform indicațiilor de la punctul 8.3.b.
- Livrarea betonului proaspăt de la producător / furnizor, către utilizator trebuie consemnată de producător / furnizor, prin emiterea unui bon de livrare pentru fiecare șarjă de beton gata de utilizare. Pe lângă datele primare, bonul de livrare trebuie să furnizeze detalii suplimentare despre clasele de betoane și clasele de expunere pentru betoanele cu proprietăți specificate și respectiv betoane cu compoziția prescrisă conform datelor enumerate din standard SREN 206-1:2002.

8. EXECUTAREA LUCRĂRILOR DE BETONARE

8.1. Pregătirea suprafeței înainte de betonare (procedee clasice)

Pregătirea suprafeței se va efectua astfel:

- După aducerea fundației la cotă, se curăță terenul, taluzele și marginea gropii de fundație de rădăcini, lemne, piatră, ș.a.
- În cazul fundațiilor stâncoase se îndepărtează părțile slabe, bucățile de stâncă, praful, ș.a. Suprafața de fundare se va spăla cu jet de apă sau jet de apă și aer, până la curgerea apei curate. În condițiile în care, datorită naturii

rocii, geologul interzice utilizarea apei, suprafața se suflă cu jet de aer comprimat.

După efectuarea operațiilor de mai sus, se îndepărtează orice urmă de apă de pe suprafața fundației și se toarnă un strat de mortar cu grosimea de 3 – 5 cm (funcție de tăria rocii), cu o compoziție identică cu cea a mortarului din betonul ce urmează a fi turnat imediat în lucrare (dozajul de ciment nu va depăși 550 kg ciment/m³ mortar).

În situații deosebite, tratarea fundației se va face pe baza prescripțiilor caietului de sarcini.

8.2. Pregătirea suprafeței betonului întărit

Când un beton nou se toarnă peste un beton întărit, pentru a se asigura caracterul monolit al construcției, sunt necesare următoarele măsuri:

- Suprafața betonului întărit trebuie să fie curată, plană, să aibă un număr suficient de părți proeminente ale agregatelor, iar părțile slabe de mortar și, în special, laptele de ciment, să fie îndepărtate.
- Pentru curățirea betonului se va utiliza,
 - un jet de aer comprimat cu apă, când betonul are o vârstă de 4 – 12 ore,
 - o spițuire ușoară, adică prin îndepărtarea mortarului fără dislocarea fracțiunilor mari de agregat din beton, sau altă metodă corespunzătoare, când betonul a depășit vârsta de 12 ore.

După efectuarea operațiilor de mai sus, la reluarea betonării, suprafața betonului se spală cu apă până la curgerea apei curate, se suflă cu aer până la îndepărtarea excesului de apă și se toarnă un strat de mortar cu grosimea de 1 – 3 cm (după conformația suprafeței betonului), având compoziția identică cu cea a mortarului din betonul care urmează a fi turnat imediat în lucrare.

8.3. Punerea în operă a betonului (turnarea betonului)

(a) Lamelele construcțiilor masive vor avea dimensiunile indicate în proiect. La stabilirea dimensiunilor lamelelor, proiectantul va ține seama și de debitele orare ale instalațiilor de betonare. Lamelele se vor turna în straturi uniforme, succesive, care nu vor depăși 50 cm grosime.

Înălțimea straturilor va fi stabilită în funcție de tipul vibratorului și de ritmul de aprovizionare cu beton.

(b) Turnarea unui strat peste altul se va face într-un timp limitat, stabilit de laboratorul de șantier, în condițiile de temperatură existente la locul de punere în lucrare. Timpul limită se determină ca fiind timpul de început de priză al mortarului cu granula cu dimensiunea maximă $D = 2,4$ mm, având aceeași compoziție cu cea a mortarului corespunzător din beton (obținut prin cernerea betonului proaspăt). Acest timp nu va depăși însă patru ore.

Începutul prizei betonului se determină cu un aparat Vicat, pe acul căruia se aplică o suprasarcină de 627,5 g. Se consideră începutul prizei, momentul în care acul se oprește la 3 mm de fundul probei.

În cazul în care s-a depășit acest timp, se oprește betonarea și suprafața betonului se tratează ca un rost de lucru, cu aplicarea măsurilor prevăzute la punctul 8.2. Reluarea betonării se poate face după minimum 24 ore.

(c) La turnarea betonului se vor respecta următoarele condiții:

- Turnarea liberă a betonului de la o înălțime de cofrare mai mare de 2 m, nu se admite fără a se lua măsuri speciale, care să evite segregarea (jgheaburi, hoboți, ș.a.), iar capătul inferior să fie la o înălțime de cel mult 1,5 m.
- Descărcarea betonului se va face cât mai aproape de locul de turnare.
- Compactarea betonului se va executa prin vibrare, utilizând pervibratoare (vibrarea internă) sau/și vibratoare de cofraj (vibrarea externă). Modelul de vibrare a betonului va fi stabilit la începutul lucrării, prin întocmirea unui plan de vibrare, care va cuprinde distanțele între scufundările vibratorului, adâncimea de scufundare, viteza de scufundare, ș.a.

(d) Pentru lucrările sau părțile de lucrări, care se execută pe timp friguros, se vor preciza măsurile necesare prin caietele de sarcini, ținându-se seama de prevederile normativului C 16-84.

Pentru lucrările sau părțile de lucrări care se efectuează în perioada de timp călduros, se vor preciza măsurile necesare prin caietul de sarcini, ținându-se seama și de prevederile normativului H-Ip-34-94.

(e) După turnarea betonului se interzice:

(e1) În cazul betoanelor construcțiilor masive,

- circulația pe betonul proaspăt, dacă nu s-a atins rezistența la compresiune de 10 daN/cm^2 ;
- încărcarea cu diferite greutăți a suprafeței betonului, dacă nu a atins o rezistență la compresiune de 25 daN/cm^2 ;
- decofrarea laterală, dacă nu are o rezistență la compresiune de 50 daN/cm^2 ;
- decofrarea golurilor înainte ca betonul să aibă o rezistență la compresiune de 75 daN/cm^2 .

(e2) În cazul betoanelor construcțiilor nemasive,

- circulația pe betonul proaspăt, dacă nu a atins o rezistență la compresiune de 10 daN/cm^2 ;
- decofrarea plăcilor și bolților cu o deschidere de până la 2 m, dacă nu a atins o rezistență de 70% din clasa betonului;
- decofrarea plăcilor, grinzilor și cadrelor cu o deschidere până la 8 m, dacă nu au atins o rezistență de 85% din clasa betonului;
- decofrarea plăcilor, bolților, grinzilor și cadrelor cu o deschidere de peste 8 m, dacă nu au atins o rezistență de 120% din clasa betonului (pe baza experienței profesionale în domeniu), și dacă prin proiecte sau prin caiete de sarcini nu se menționează alte condiții mai severe la decofrare, descintrare.

Durata de întărire a betonului se va stabili de către laboratorul de șantier pe cuburile probe martor, în funcție de condițiile atmosferice.

(f) Pentru a se asigura condiții corespunzătoare de întărire a betonului, se vor lua măsuri pentru evitarea pierderii apei prin evaporarea pe fețele construcției. În acest scop se vor folosi următoarele procedee:

- Udarea continuă cu apă a suprafețelor libere, începând de la 2 – 12 ore de la turnare și până la acoperirea lor cu lamelele superioare sau adiacente, dacă aceasta se face la intervale mai mici de 14 zile și de minim 14 zile în celelalte cazuri.
Se interzice udarea sporadică sau intermitentă a betonului.
- Acoperirea cu polietilenă, nisip umed, ș.a., timp de minim 14 zile de la turnare.
- Acoperirea suprafețelor libere definitive cu pelicule impermeabile aderente la beton (parafină, bitum tăiat, ș.a.) și cu respectarea prevederilor prescripțiilor speciale.

Nerespectarea acestor condiții duce la scăderi importante ale rezistențelor mecanice, ale gradelor de impermeabilitate și gelivitate, precum și la mărirea eforturilor de întindere din contracție, care pot produce fisuri. Consumul specific de apă folosit la udarea suprafețelor variază între 200 – 500 l/m².

(g) La executarea lucrărilor din beton în condiții sau prin procedee speciale, se vor respecta prevederile de detaliu date în anexele prezentului normativ și anume:

- precizări referitoare la betonul hidrotehnic de uzură, conform anexelor 10 și 11;
- execuția betonului fluid utilizat la încastrarea blindajelor galeriilor forțate, conform anexei 12;
- execuția betoanelor turnate sub noroi bentonitic, conform anexei 15.

(h) În cazul altor condiții sau procedee se vor respecta prevederile caietelor de sarcini elaborate de proiectant sau prescripțiile speciale.

9. CONTROLUL CALITĂȚII BETONULUI

9.1. Controlul betonului proaspăt

Pentru controlul betonului proaspăt se vor efectua încercările betonului proaspăt cuprinse în anexa 13, pentru fiecare tip de beton.

În ceea ce privește compoziția granulozității reale a agregatelor, aceasta se va determina la începerea betonării și apoi lunar, pe probe special confecționate, prelevate de la betonieră.

În acest scop, agregatele se vor amesteca în betonieră în proporții stabilite în funcție de compoziția betonului, fără apă și ciment. În funcție de rezultatele obținute se vor aduce corecțiile necesare la compoziția betonului. Frecvența acestor determinări va fi mărită în cazul neîncadrării în domeniul granulozității prescrise.

Se va turna în lucrare numai betonul care respectă limitele indicate prin caietul de sarcini pentru caracteristicile din anexa 13, măsurate la locul de punere în operă.

9.2. Controlul betonului întărit

(a) Pentru verificarea caracteristicilor betonului întărit se vor preleva probe pentru fiecare obiect și tip de beton, după cum urmează:

(a1) Probe de verificare a caracteristicilor betonului (clasă, grad de impermeabilitate, grad de gelivitate, ș.a.), prelevate la stația de betoane, confecționate, păstrate și încercate conform SREN 12390-1:2002, SREN 12390-2÷3:2009, SREN 12390-4:2002, SREN 12390-5:2002, SREN 12390-6:2010, SREN 12390-7÷8:2009, SR 3518-2009 și SREN 206-1:2002.

Se precizează că pentru granula agregatului cu dimensiunea $D_{max.} = 100$ mm, tiparul este un cub cu latura de 300 mm, iar pentru granula agregatului cu dimensiunea $D_{max.} = 48$ mm tiparul este un cub cu latura de 200 mm (latura cubului trebuie să fie de 2,5 ori lungimea maximă a agregatului).

(a2) Probele de verificare suplimentară a caracteristicilor betonului, prelevate la locul de turnare în lucrare, păstrate în condițiile lucrării și încercate la vârstele prevăzute în caietul de sarcini, se vor preleva, dacă durata de la fabricare a betonului până la punerea în operă depășește 60 minute în cazul transportului cu mijloace de malaxare și respectiv, 45 minute în cazul transportului fără posibilități de malaxare.

Notă: Prin locul de turnare în lucrare se înțelege locul situat în apropierea punctului de betonare, precizat în caietul de sarcini sau proiect, organizat pentru recoltarea și păstrarea probelor.

(a3) Probe de verificare a rezistențelor de control pe faze, în vederea descinderii, prelevate și păstrate în vecinătatea elementului respectiv și încercate la diverse vârste, în funcție de rezistențele necesare, temperaturi, tratamente termice, ș.a.

(b) Frecvența minimă a încercărilor pentru probele prelevate la stația de betoane (punctul 9.2. a1) este prevăzută în anexa 13.

(c) Frecvența verificării suplimentare a betonului la locul de turnare în lucrare (punctul 9.2.a2) se va stabili prin caietul de sarcini, în funcție de condițiile concrete ale obiectului de betonat.

Pe parcursul execuției lucrării, proiectantul împreună cu beneficiarul și constructorul poate hotărî reducerea frecvenței sau chiar renunțarea la efectuarea controlului la locul de turnare în lucrare.

(d) Frecvența probelor de control pe faze (punctul 9.2.a3) se stabilește prin caietul de sarcini.

Prelucrările statistice ale rezultatelor obținute se vor efectua separat pentru probele de la punctul 9.2.a1 și de la punctul 9.2.a2.

(e) Constructorul va aduce la cunoștință, în scris, beneficiarului și proiectantului, imediat după efectuarea încercării, toate cazurile de neîncadrare în condițiile I, respectiv I și II, menționate la punctul 9.2.g1., precum și orice nerealizare a condițiilor de impermeabilitate și gelivitate, când acestea depășesc prevederile înscrise la punctul 9.2.g2.

(f) Pentru controlul operativ al calității betonului se stabilește, în caietul de sarcini dat de proiectant, condiția tehnică de rezistență de alarmă la compresiune la vârsta de șapte zile (R_7), în funcție de tipul și clasa betonului folosit la prepararea betonului. Valoarea în caietul de sarcini trebuie să fie $R_7 \geq 0,5 CH$.

Dacă apar succesiv trei valori mai mici decât rezistența de alarmă, se va anunța proiectantul și beneficiarul.

Rezistența de rebut la șapte zile trebuie să fie cel puțin egală cu $0,8 R_7$, pentru cimenturile ce se utilizează în mod curent la construcțiile masive hidrotehnice, SR 3011-1996.

Betonul care nu satisface această condiție nu se va acoperi cu alt beton. Se va anunța imediat proiectantul și beneficiarul, care împreună cu executantul vor stabili măsurile necesare ce trebuie luate.

(g) Controlul pe parcurs al calității betonului se realizează, în laboratorul constructorului, pe măsura obținerii rezultatelor și trimestrial.

(g1) Controlul pe măsura obținerii primelor rezultate, pentru faza de începere inițială a lucrării și pentru lucrările care se reiau după pauze de câteva luni sau ani.

Se verifică modul de respectare a următoarelor condiții:

- Condiția I: $R_i \geq 1,13 CH$ (pe măsura obținerii rezultatelor).
- Condiția II: $\bar{R}_i \geq \bar{R}_i^{nec}$ (pentru faza inițială a lucrării și pentru lucrările care se reiau după pauze de câteva luni sau ani).
Condiția se referă la șiruri de trei până la 14 rezultate.

Notații:

- R_i - orice rezultat obținut ca medie a determinărilor pe trei epruvete, conform SREN 12390-3:2002.
- \bar{R}_i -rezistența medie a unui șir de trei până la 14 rezultate succesive, luate în ordine cronologică;
- \bar{R}_i^{nec} - rezistența medie necesară, calculată din șirul de rezultate din perioada analizată.
Se calculează cu formula: $\bar{R}_i^{nec} = CH + a.b. \Delta R_i^{max}$.
 ΔR_i^{max} - diferența dintre valoarea maximă și valoarea minimă a șirului de rezultate analizate.
- n - numărul de rezultate înregistrate în perioada analizată.
- Coeficienții a și b au valorile din tabelele 7 și 8.

Tabelul 7

n	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
a	0,97	0,81	0,72	0,66	0,61	0,57	0,55	0,54	0,53	0,52	0,52	0,52

Tabelul 8

$\frac{\Delta R_i^{max}}{R_i}$	$\leq 0,2$	0,21 – 0,3	0,31 – 0,45	0,46 – 0,70	0,71 – 1,0	$> 1,0$
b	0,9	1	1,10	1,20	1,34	1,5

Betonul care nu satisface condițiile I sau II nu se va acoperi cu alt beton. Se va anunța imediat proiectantul și beneficiarul, care, împreună cu executantul, vor stabili măsurile necesare ce trebuie luate.

(g2) Controlul trimestrial – pentru întreaga perioadă cât durează construcția sau eventual pentru perioade mai scurte, verificându-se modul de respectare a următoarelor condiții:

- Rezistența la compresiune, $R^k \geq R^k_{ad}$ (condiția III). Pentru aplicarea acestor condiții este necesar ca numărul de seturi de rezultate să fie mai mare de 14. În caz contrar se aplică condițiile I și II.
Dacă numărul de rezultate este sub 14, se raportează doar primele două condiții, urmând a se raporta și condiția III în trimestrul în care, cumulativ, s-au adunat mai mult de 14 rezultate de la începerea betonării.
- Condiția de impermeabilitate și gelivitate: procentul de rezultate sub gradele de impermeabilitate și gelivitate impuse nu trebuie să depășească 8%.

(h) La cererea proiectantului sau a beneficiarului, din betonul pus în lucrare se vor efectua verificări suplimentare, prin extrageri de carote sau încercări nedistructive, ținându-se seama de prevederile din instrucțiunile C 54-81 și C 26-85.

(i) În prima lună a fiecărui trimestru, constructorul va trimite beneficiarului și proiectantului situația verificărilor de control din trimestrul anterior, care va conține:

- frecvențele realizate pentru determinările cerute (pe componenții betonului, pe betonul proaspăt și pe betonul întărit), comparativ cu cele impuse;
- analiza rezultatelor obținute pe componenții betonului și pe betonul proaspăt, privind modul de încadrare în caracteristicile și criteriile impuse;
- prelucrarea statistică a rezultatelor pe betonul întărit, grupate pe tipuri de beton și stații de preparare;
- memoriul de prezentare, care va trata în principal rezultatele necorespunzătoare, cauzele și măsurile luate;
- în anexă, tabelele cu rezultatele încercărilor pe betonul întărit, efectuate în trimestrul raportat, fără a se elimina nici un rezultat, fiecare serie de epruvete fiind identificată cu punctul de turnare căruia îi corespunde.

Prin caietul de sarcini, beneficiarul și proiectantul pot cere și alte date caracteristice execuției, care să fie aduse la cunoștință prin includerea lor în raportul trimestrial și pe care executantul le deține.

9.3. Analiza calității betonului

(a) Se consideră că betonul corespunde condițiilor tehnice pentru o perioadă mai lungă de timp alcătuită din mai multe trimestre sau ani, dacă:

(a1) Rezistența caracteristică $R^k = f(n, \bar{R}, \sigma)$ definită ca rezistența minimă probabilă, sub a cărei valoare se pot situa cel mult 5% din rezultate este mai mare decât rezistența caracteristică admisibilă R^k_{ad} . R^k calculându-se după formula:

$$R^k = \bar{R} (1 - t \cdot C_v),$$

undet este un coeficient ce are valorile din tabelul 9 în funcție de numărul „n” de rezultate analizate.

Tabelul 9

n	13	14	15	20	25	30	40	60	120	> 120
t	1,77	1,76	1,75	1,725	1,71	1,70	1,68	1,67	1,66	1,64

Rezistența caracteristică admisibilă notată cu R_{ad}^k este dată în tabelul 10. funcție de coeficientul de variație C_v %.

Tabelul 10

C_v %	≤ 10	10,115	15,1.....20	20,1.....25
R_{ad}^k	1,033 CH	1,10 CH	1,167 CH	1,233 CH

– C_v = coeficientul de variație ($C_v = S_n/\bar{R}$)

– S_n = abaterea standard definită prin formula $S_n = m \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (R_i - \bar{R})^2}{n-1}}$

– \bar{R} = rezistența medie

– m = coeficient care depinde de numărul rezultatelor analizate și are valorile din tabelul 11.

– CH = clasa betonului hidrotehnic prevăzută în proiect.

Tabelul 11.

n	14	15	16	17	18	19	20	22	24	26	28	≥ 30
m	1,18	1,16	1,14	1,125	1,11	1,095	1,08	1,06	1,04	1,02	1,01	1,00

Notă: În cazul betonului de clasă sub CH 10, dacă coeficientul de variație se află între 25 și 30%, R_{ad}^k se ia egal cu $1,267 \times CH$.

(a2) Valoarea coeficientului de variație C_v , calculat pentru șirul rezistențelor obținute $[R_i]$ este cel mult egal cu coeficientul de variație impus prin caietul de sarcini.

(a3) Cel puțin 90% din rezultatele obținute satisfac condiția pusă pentru impermeabilitate, gelivitate sau uzură.

În vederea recepției, după încheierea lucrărilor de betonare la un obiect, se va analiza realizarea condițiilor tehnice impuse betonului (realizarea claselor, gradelor de impermeabilitate, gelivitate sau uzură).

Prelucrarea statistică se va efectua pentru fiecare obiect și clasă de beton (chiar dacă pe parcursul execuției s-a schimbat tipul și dozajul de ciment, granulozitatea, ș.a.). Interpretarea rezultatelor se va face luând pentru R_{ad}^k valorile calculate conform tabelului 11.

În toate cazurile se va compara coeficientul de variație calculat cu cel impus ca necesar prin clasa de importanță a lucrării – a se vedea omogenitatea betonului punctul 5.5.a.

În cazul în care coeficientul de variație C_v este mai mare decât cel impus prin caietul de sarcini, se anunță proiectantul (constructorul) pentru analiza situației.

9.4. Procedurile de control a producției

(a) Pentru menținerea caracteristicilor betonului în conformitate cu condițiile specificate, trebuie luate următoarele măsuri de către producător / furnizor, conform SREN 206-1:2002:

- selectarea materialelor componente ale betonului;
- proiectarea betonului prin elaborarea rețetei;
- producția betonului la stația de betoane;
- inspecțiile și încercările efectuate în cadrul laboratorului producătorului;
- utilizarea rezultatelor încercărilor pe materiale componente, pe betonul proaspăt și întărit, precum și asupra echipamentelor;
- inspecția echipamentului de transport a betonului proaspăt (dacă este cazul);
- controlul de conformitate al betonului preparat la stația de betoane.

(b) Sistemele de control al producției (manual de control al producției) trebuie să fie reglementate astfel încât să se realizeze un beton de calitate. Toate datele referitoare la controlul producției trebuie să fie înregistrate conform tabelului 20 din SREN 206-1:2002.

(c) Prescripțiile de control prevăzute în tabelele 22, 23 și 24 din SREN 206-1:2002 constituie punctul de referință pentru prevederile și instrucțiunile sistemului de control al producției, astfel:

- Controlul materialelor componente (tabelul 22).
- Controlul echipamentului (tabelul 23).
- Controlul procedurilor de producție și al proprietăților betonului (tabelul 24).

9.5. Criteriile de conformitate și evaluare a conformității

(a) Controlul de conformitate efectuat de producător cuprinde un set de acțiuni și de măsuri ce trebuie luate pentru verificarea conformității betonului cu specificațiile. Evaluarea conformității trebuie să se facă pornind de la rezultatele încercărilor obținute în cursul unei perioade de evaluare, care nu trebuie să depășească ultimele 12 luni.

(b) Controlul de conformitate al betonului se efectuează pentru următoarele tipuri de betoane cu frecvența minimă de eșantionare, conform tabelului 13 din SREN 206-1:2002, astfel:

- Betoane cu proprietăți specificate.
- Betoane de compoziție prescrisă, inclusiv a betoanelor de compoziție prescrisă printr-un standard;

(c) Criteriile de conformitate care se aplică pentru familiile de betoane sunt reglementate astfel conform SREN 206-1:2002 (vezi tabelele numerotate mai jos):

- Pentru încercările de rezistență la compresiune (tabelul 14).
- Pentru membrii unei familii (tabelul 15).
- Pentru rezistența la tracțiune prin despicare (tabelul 16).
- Pentru alte proprietăți decât rezistența (tabelul 17).
- Pentru consistență (tabelul 18).

(d) Evaluarea conformității în condițiile specificate ale betonului se face de către producător / furnizor conform SREN 206-1:2002, astfel:

- încercări inițiale, când sunt cerute;
- controlul producției, inclusiv controlul de conformitate.

**ANEXA 1. TIPURILE UZUALE DE CIMENTURI FOLOSITE LA LUCRĂRI
HIDROTEHNICE ȘI CARACTERIZAREA ACESTORA**

Nr. crt.	Denumirea caracteristicii	Unitatea de măsură	Cimenturi cu căldură de hidratare limitată SR 3011 – 1996 ⁵⁾		Cimenturi cu rezistență la agresiunea apelor (conținut sulfat) SR 3011 – 1996 ⁵⁾		Ciment Portland cu zgură ⁷⁾ SR EN 197-1:2011	Ciment de furnal ⁵⁾ SR EN 197-1:2002 cu rezistență inițială mică SR EN 197-4:2004]	Ciment Portland cu zgură cu căldură de hidratare redusă ⁵⁾ SR EN 197-1/A1:2004	Cimenturi speciale cu căldură de hidratare foarte redusă SR EN 14216:2004				
			HI (HIII/A)	HII/A-S (HII/B-S)	SR I	SR II/A-S (SR II/A-P)	CEMII/A-S (CEMII/B-S)	CEMIII/A-S [CEMIII/A-L-LH]	CEMII/A-S LH (CEMII/B-S LH)	VLH III/B	VLH IV/A	VLH V/A		
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1.	Compoziție chimică și mineralogică clincher													
	- conținut în oxid de magneziu (MgO)	max%	5(5)	5(5)	5	5(5)	5(5)	5[5]	5(5)	5	5	5		
	Se menționează în contract													
	- conținut în aluminat tricalcic (C ₃ A)	max%	6(6)	6(6)	3,5	3,5(3,5)	- (-)	- [-]	- (-)	-	-	-		
	- conținut în silicat tricalcic (C ₃ S) ⁴⁾	%	max 55 (-)	- (-)	max.55	max 55 (max.55)	- (-)	- [-]	- (-)	-	-	-		
- suma (C ₃ A+C ₄ AF) sau (C ₂ F+C ₄ AF) ³⁾	max%	- (-)	- (-)	-	- (-)	- (-)	- [-]	- (-)	-	-	-			
2.	Compoziție chimică ciment (condiții chimice și condiții de durabilitate)													
	- reziduu insolubil în acid clorhidric (R _i)	max%	5(5)	-(-)	5	-(10)	-(-)	5[5]	-(-)	5	-	-		
	- pierderi la calcinare (P _c)	max%	5(5)	5(-)	3	3(5)	-(-)	5[5]	-(-)	5	-	-		
	- conținut de sulfat (sub formă de trioxid de sulf SO ₃) ⁶⁾	max%	← 3/3,5/4 →				3,5/3,5/4 (3,5/4/4)	4(4) [4]	3,5[3,5]4	4	3,5	3,5		
	- conținut de alcalii (exprimat în N _{a2} O)	max%	Se limitează prin contract									-	-	-
	- conținut de cloruri	max%	0,10 (0,10)	0,10 (0,10)	0,10	0,10 (0,10)	0,10 (0,10)	0,10 [0,10]	0,10 (0,10)	0,10	0,10	0,10		
	- puzzolanicitate		satisface încercarea											

ANEXA 1 (continuare)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
3.	Adaosuri minerale introduse la măcinare											
	- cantitatea admisă în masa produsului finit	max%	- (36/65)	6/20 (21/35)	-	6/20 (6/20)	6/20 (21/35)	36/65 [36/65]	6/20 (21/35)	6/20 (21/35)	11/35	36/60
	- natura adaosului (compoziție nucleu)											
	a) zgură granulată de furnal S	min/max %	- (36/65)	6/20 (21/35)	-	6/20 (-)	6/20 (21/35)	36/65 [36/65]	6/20 (21/35)	66/80	-	18/30
	b) cenușă zburătoare silicioasă V	min/max %	-(-)	-(-)	-	-(-)	-(-)	-[-]	-(-)	-	11/35	18/30
	c) cenușă zburătoare calcică W	min/max %	-(-)	-(-)	-	-(-)	-(-)	-[-]	-(-)	-	-	-
	d) calcar L	min/max %	-(-)	-(-)	-	-(-)	-(-)	-[-]	-(-)	-	-	-
	e) calcar LL	min/max %	-(-)	-(-)	-	-(-)	-(-)	-[-]	-(-)	-	-	-
	f) șist calcinat T	min/max %	-(-)	-(-)	-	-(-)	-(-)	-[-]	-(-)	-	-	-
	g) puzzolană naturală P	min/max %	-(-)	-(-)	-	-(6/20)	-(-)	-[-]	-(-)	-	-	-
	h) puzzolană naturală calcinată Q	min/max %	-(-)	-(-)	-	-(-)	-(-)	-[-]	-(-)	-	-	-
	i) clincher K	min/max %	100 (35/64)	80/94 (65/79)	100	80/94 (80/94)	80/94 (65/79)	35/64 [35/64]	80/94 (65/79)	20/34	65/89	40/64
	j) silice ultrafină D	min/max %	-(-)	-(-)	-	-(-)	-(-)	-[-]	-(-)	-	-	-
k) componente auxiliare minore	min/max %	-(-)	-(-)	-	-(-)	0/5 (0/5)	-[-]	-(-)	0/5	0/5	0/5	
4.	Caracteristici fizico - mecanice											
	- timp inițial de priză ⁸⁾	min. minute	90(90)	90(90)	90	90(90)	75/60/45 (75/60/45)	75/60/45 (75/60/45)	75/60/45 (75/60/45)	75	75	75
	- stabilitatea (expansiunea)	max,mm	10(10)	10(10)	10	10(10)	10(10)	10[10]	10(10)	10	10	10
	- căldura de hidratare la 7 zile	max, J/g	280 (280)	280 (280)	270	270 (270)	-(-)	-[270]	270 (270)	220	220	220
	- rezistența la compresiune											

ANEXA 1 (continuare)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4.	a)Clasa 22,5N ¹⁾ (numai pentru cimenturile VLH III/B, VLH IV/A și VLH V/A conform SR EN 14216:2004											
	- Rezistența inițială după 2 zile	min.N/mm ² (MPa)	-(-)	-(-)	-	-(-)	-(-)	-[-]	-(-)	-	-	-
	- Rezistența inițială după 7 zile	min.N/mm ² (MPa)	-(-)	-(-)	-	-(-)	-(-)	-[-]	-(-)	-	-	-
	-Rezistența standard după 28 zile	N/mm ² (MPa)	-(-)	-(-)	-	-(-)	-(-)	-[-]	-(-)	-	-	-
	b) Clasa 32,5 (32,5R) ¹⁾ [numai 32,5 L pentru cimentul de furnal CEM III/A-L-LH conform SR EN 197-4:2004											
	- Rezistența inițială după 2 zile	min.N/mm ² (MPa)	-(-)	-(-)	-	-(-)	← -(10) ²⁾ →	← -(10) [-] →	← - (-) →	-	-	-
	- Rezistența inițială după 7 zile	min.N/mm ² (MPa)	← 16(-) ²⁾ →					← 16(-) [12] →	← 16 (-) →	-	-	-
	- Rezistența standard după 28 zile	N/mm ² (MPa)	← 32,5-52,5 (-) →				32,5-52,5 ²⁾ (32,5-52,5)	32,5-52,5	32,5-52,5	-	-	-
	c) Clasa 42,5 (42,5 R) ¹⁾ [numai 42,5 L pentru cimentul de furnal CEM III/A-L-LH conform SR EN 197-4:2004]											
	- Rezistența inițială după 2 zile	min.N/mm ² (MPa)	← 10(-) →				← 10 (20) ²⁾ →	- (-) [-]	← 10 (-) →	-	-	-
	- Rezistența inițială după 7 zile	min.N/mm ² (MPa)	-(-)	-(-)	-(-)	-(-)	-(-)	-(-)[16]	-(-)	-	-	-
	- Rezistența standard după 28 zile	N/mm ² (MPa)	← 42,5÷62,5 (-) →				42,5-62,5 ²⁾ (42,5-62,5)	42,5÷62,5	42,5÷62,5	-	-	-
	d) Clasa 52,5 (52,5R) ¹⁾ [numai 42,5 L pentru cimentul de furnal CEM III/A-L-LH conform SR EN 197-4:2004]											
	- Rezistența inițială după 2 zile	min.N/mm ² (MPa)	← 20(-) →				← 20 (30) ²⁾ →	← 20 (30) [10] →	← 20 (-) →	-	-	-
	- Rezistența inițială după 7 zile	min.N/mm ² (MPa)	-(-)	-(-)	-(-)	-(-)	-(-)	-(-) [-]	- (-)	-	-	-
- Rezistența standard după 28 zile	N/mm ² (MPa)	← 52,5(-) →				← 52,5(52,5)[52,5] →	← 52,5 (-) →	-	-	-		

Notă:

- 1) Alegerea tipului de ciment se va face pe baza prevederilor standardelor de produs, în funcție de tipurile și clasele de betoane în care urmează a se utiliza, dimensiunile elementelor construcției, eventuala existență a unor condiții specifice de execuție sau exploatare, nocivitatea agregatelor, acțiunile corozive sau atacurile mediului înconjurător asupra betonului, existența potențială a reacției alcalii-agregate, implicațiile economice, ș.a.

- 2) Alegerea cimenturilor se face distinct pentru următoarele trei situații:
 - Apa nu este agresivă sau prezintă agresivități care, conform STAS 3349/1-83 sau STAS 3349/2-83, nu condiționează alegerea cimenturilor. În acest caz, cimenturile se aleg pe baza recomandărilor din anexa 4, ținându-se seama de tipurile de betoane în care acestea urmează a se utiliza.
 - Apa prezintă agresivitate sulfatică sau alte tipuri de agresivitate, care condiționează alegerea cimenturilor. În acest caz se va proceda conform STAS 3349/1-83 sau STAS 3349/2-83.
 - Agregatele sunt reactive la alcaliile din ciment.
- 3) Cimenturile sunt în 4 clase de rezistență standard și anume: clasa 22,5; clasa 32,5; clasa 42,5 și clasa 52,5.
- 4) Cimenturile produse conform standard SR EN 197-1:2011 pentru cimenturi uzuale sunt definite în 6 clase de rezistență: 32,5N; 32,5R; 42,5N; 42,5R; 52,5 N; 52,5 R, litera N fiind simbolul pentru rezistența inițială uzuală și litera R simbolul pentru rezistența inițială mare.
 Cimenturile produse conform standard SR EN 197-1/A1:2004 pentru cimenturi uzuale cu căldură de hidratare redusă sunt definite în 3 clase de rezistență 32,5N; 42,5N; 52,5N. Cimenturile produse conform standard SR 3011:1996 pentru cimenturi cu căldură de hidratare limitată și cu rezistență la agresivitatea apelor cu conținut de sulfați sunt definite implicit tot în 3 clase de rezistență: 32,5N; 42,5N; 52,5N.
 Cimenturile produse conform standard SR EN 14216:2004 pentru cimenturi speciale cu căldură de hidratare foarte scăzută sunt definite în clasa de rezistență standard 22,5 corespunzătoare clasei de rezistență 22,5N.
 Cimenturile produse conform standard SR EN 197-4:2004 pentru cimenturi de furnal cu rezistență inițială mică și căldură de hidratare redusă sunt definite în 3 clase de rezistență : 32,5 L-LH; 42,5 L-LH; 52,5 L-LH, corespunzătoare rezistențelor inițiale.
- 5) Nu s-a mai păstrat limitarea pentru suma aluminaților ci numai limitare pentru (C_3A) ca fiind suficientă.
- 6) Clincherul de ciment Portland este un material hidraulic care trebuie să conțină minimum două treimi din masă silicați de calciu ($3CaOSiO_2$ și $2CaOSiO_2$) pentru cimenturile produse conform standard SR EN 197-1:2011
- 7) Dacă agregatele sunt reactive se limitează prin contract conținutul maxim de alcalii. Conform standard SR 3011-1996 fabrica garantează ca limită superioară valoarea de 1 %. STAS-ul 5440-70 pentru reacții alcalii-agregate impune o limită mai restrictivă, adică 0,6% (teste pe bare de mortar).
 Același lucru se impune și în cazul cimenturilor din standardele SR EN 197-4:2004 (pentru CEM III/A-L-LH), SR EN 197-1/A1:2004 (pentru CEM II/A-S LH și CEM II/B-S LH) și SR EN 14216:2004 (pentru VLH III/B, VLH IV/A și VLH V/A).
- 8) Conținutul de sulfați sub formă de trioxid de sulf (SO_3) este limitat superior, cu valori ce variază funcție de clasa cimentului. Valorile din parantezele mici (semirotonde) sunt pentru cimenturile rapide R. Delimitarea valorilor se face prin bare înclinate pe următoarele clase de rezistență: 32,5N; 42,5N; 52,5N și respectiv 32,5R; 42,5R; 52,5R (din paranteză mică semirotondă).
 Valorile pentru cimentul de furnal CEM III/A sunt date pentru toate clasele de cimeturi (în paranteză dreaptă).
 Valorile pentru cimetul de furnal CEM III/A-L-LH sunt date pentru clasele 32,5L ; 42,5L și 52,5L (din paranteză mică semirotondă).
- 9) Cimenturile portland SR EN 197-1:2011 care sunt cimenturi hidrotehnice pot avea și alte adaosuri: V,W, L, LL,P, Q,D,T.
 Cimenturile portland cu calcar (L și LL, cimenturile portland compozite (M) nu se recomandă să fie folosite pe șantierele hidrotehnice.
- 10) Pentru cimenturile conform SR 3011-1996 timpul inițial de priză este de 90 minute. Pentru cimenturile conform SR EN 14216:2004 timpul inițial de priză este 75 minute. Pentru cimenturile conform standarde SR EN 197-1:2011, SR EN 197-1/A1:2004 și SR EN 197-4:2004 timpul inițial de priză variază funcție de clasa de rezistență la compresiune: 32,5; 42,5; 52,5.

**ANEXA 2. CARACTERIZAREA BETOANELOR HIDROTEHNICE
SUB INFLUENȚA TIPURILOR UZUALE DE CIMENT**

Categoriile de cimenturi	Denumire ciment	Condiții tehnice conform	Denumirea caracteristicii							
			Omogenitate a betonului masiv (baraje, ecluze)	Degajare de căldură la hidratare	Rezistența la ape sulfatice ³⁾	Comportarea la pătrunderea apei (impermeabilitate) ⁶⁾	Rezistența la îngheț-dezgeț ⁴⁾	Comportarea în prezența agregate -lor reactive	Clasa maximă de beton care se poate prevedea ^{1) 2) 5)}	Tip beton
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cimenturi cu căldură de hidratare limitată	HI H II/A-S H II/B-S H III/A	SR 3011-1996	foarte.bună bună bună bună	redușă redușă redușă redușă	bună-XA1 bună -XA1 bună-XA1 bună-XA1	bună-XC bună-XC bună-XC satisfăcătoare-XC	bună-XF3 bună-XF3 bună-XF3 slabă-XF1	slabă-X0 slabă-X0 slabă-X0 slabă-X0	CH 30 CH 30 CH 25 CH 20	B.s.+B.a B.s.+B.a B.s. B.s.
Cimenturi cu rezistență la agresivitatea apelor cu conținut sulfat	SR I SR II/A-S SR II/A-P		foarte.bună bună bună	redușă redușă redușă	foarte bună-XA3 foarte bună-XA3 foarte bună-XA2	bună-XC bună-XC bună-XC	bună-XF3 bună -XF3 slabă-XF1	slabă-X0 slabă-X0 slabă-X0	CH 30 CH 27,5 CH 20	B.s.+B.a B.s.+B.a B.s.+B.a
Cimenturi Portland cu zgură	CEM II/A-S CEM II/B-S	SR EN 197-1: 2002	bună redușă	ridicată moderată	redușă moderată	bună-XC satisfăcător-XC	bună-XF3 slabă-XF1	slabă-X0 slabă-X0	CH27,5 CH20	B.s.+B.a B.s.
Ciment de furnal	CEM III/A		redușă	moderată	moderată	slabă-XC	nesatisfăcătoare	slabă-X0	CH15	B.s.
Ciment de furnal cu rezistență mică	CEM III/A-L-LH	SR EN 197-4: 2004	bună	redușă	moderată	bună-XC	nesatisfăcătoare	slabă-X0	CH15	B.s.
Cimenturi Portland cu zgură cu căldură de hidratare redusă	CEM II/A-S LH CEM II/B-S LH	SR EN 197-1/A1: 2004	bună redușă	redușă redușă	redușă moderată	bună-XC satisfăcător-XC	bună-XF3 slabă-XF1	slabă-X0 slabă-X0	CH27,5 CH20	B.s.+B.a B.s.

ANEXA 2 (continuare)

0	1	2	4	5	6	7	8	9	10	11
Ciment special cu căldură de hidratare foarte limitată	VLH III/B VLH IV/A VLH V/A	SR EN 14216:2004	bună bună bună	foarte redusă foarte redusă foarte redusă	redușă moderată-XA1 moderată-XA1	bună-XC bună-XC bună-XC	slabă-XF1 bună-XF3 bună-XF3	slabă-X0 slabă-X0 slabă-X0	CH15 CH25 CH20	B.s. B.s.+B.a B.s.

Notă:

- 1) Pentru cimenturile fabricate pentru clasa de rezistență la compresiune 32,5N (32,5 R).
- 2) Pentru cimenturile fabricate pentru clasele de rezistență 42,5N (42,5 R) și 52,5N (52,5 R) se vor majora clasele maxime de betoane care se pot prevedea cu cel mult 20% și respectiv 35% față de clasele de betoane enumerate în coloana 10.
- 3) Se vor lua în considerare și prevederile cuprinse în STAS 3349/1:1983 și STAS 3349/2: 1983 - Agresivitatea apei pe lângă condițiile impuse de standard SR EN 206-1:2002.
- 4) Utilizarea aditivilor este strict necesară – antrenori de aer sau plastifianți.
- 5) Clasa actuală de rezistență standard 32,5 corespunde cimenturilor precedente de marcă 35.
- 6) Clasele de expunere relevante pentru proiectare la comportarea la pătrunderea apei (impermeabilitate) XC se aleg pe baza condițiilor particulare existente la locul de punere în operă conform standard SR EN 206-1: 2002 și sunt redată prin caietele de sarcini în special.

**ANEXA 3. STABILIREA TIPULUI DE CIMENTURI UZUALE PENTRU
CONSTRUCTIILE HIDROTEHNICE ÎN FUNCȚIE DE MEDIUL DE EXPUNERE**

Nr. crt.	Componentă/ Construcție	Clase de expunere relevante pentru proiectare/ Tip beton	Categorii și tipuri de cimenturi uzuale									
			Cimenturi cu căldură de hidratare limitată SR 3011-1996		Cimenturi cu rezistență la agresivitatea apelor (conținut sulfat) SR 3011-1996		Ciment Portland cu zgură SR EN 197-1:2011	Ciment de furnal SR EN 197-1:2011 [SR EN 197-4:2004]	Ciment Portland cu zgură SR EN 197-1/A1:2004	Cimenturi speciale cu căldură de hidratare foarte redusă SR EN 14216:2004		
			H I	H II/ A-S	SR I	SR II / A-S	CEMIII/ A-S	CEM III/A	CEM II/ A-S LH	VLH III/B	VLH IV/A	VLH V/A
HIII/A	H II/ B-S	-	SR II / A-P	CEMII/ B-S	CEM III/ B-S LH	CEM II/ B-S LH						
1.	Masive (baraje, ecluze, ș.a.)	<u>XC, XF1, XF3</u> Betoane hidrotehnice cu condiții de gelivitate și impermeabilitate	R	R	U	U	I	I	U	U	R	R
2.	Elemente subțiri (canale, pereți, ș.a.)		R	R	-	I ¹⁾	I	U	U	-	-	-
			U	U	U	U	R	I	R	I	U	U
3.	Elemente de rezistență în subteran (galerii, centrale ș.a.)	<u>XC1 – XC4</u> Betoane hidrotehnice fără condiții de gelivitate	U	U	U	U	R	I	R	I	U	U
			U	U	-	U	R	I	R	-	-	-
4.	Betoane de egalizare, betoane de umplură, ș.a.		U	U	U	U	U	R	U	R	U	U
			U	U	-	U	R	R	R	-	-	-
5.	Elemente supuse la atac chimic ²⁾	XA	R	R	R	R	U	I	U	I	U	U
			R	R	-	R	U	I	U	-	-	-
6.	Elemente supuse la abraziune fără îngheț	XM	R	R	R	R	U	I	U	I	R	U
			I	U	-	U	U	I	U	-	-	-

Notații:

- R – ciment recomandat cu precădere
- U – ciment utilizat în lipsa celui recomandat³⁾
- I – ciment a cărui utilizare nu este admisă din considerente tehnice sau economice.

Notă:

- 1) Utilizarea pentru clase de expunere XF1 este permisă.
- 2) În caz de atac chimic sulfatic (cu excepția apei de mare), peste clasa de expunere XA1 se va utiliza ciment rezistent la sulfați.
În cazul în care conținutul de sulfați din apă $\text{SO}_4^{2-} \leq 1500 \text{ mg/l}$, în loc de cimenturile rezistente la sulfați, se poate utiliza un amestec de ciment și cenușă.
- 3) Conform standard SREN 206-1:2002, alegerea claselor de expunere depinde de cerințele în vigoare la locul unde betonul este utilizat, luarea în considerare a condițiilor particulare existente la locul de punere în operă, mai ales în situația când se schimbă cimentul recomandat R cu cimentul utilizat U în lipsa celui recomandat R, impune efectuarea de teste de laborator cu noua rețetă de betoane când există o combinație de clase de expunere relevante pentru proiectare

ANEXA 4. CONTROLUL CALITĂȚII CIMENTULUI

Nr. crt.	Acțiunea, 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
A. LA PRIMIREA CIMENTULUI DE LA FURNIZOR – ÎN DEPOZITE SAU DIRECT LA STAȚIA DE BETONARE					
	a. Examinarea datelor înscrise în certificatul de calitate sau în certificatul de garanție	Constatarea garanției calității de către furnizor	La fiecare lot aprovizionat	C	Se verifică conform A b, c, d, e
				NC	Se refuză lotul
	b. Starea de conservare cu mențiunea că se permite numai utilizarea acelor loturi la care cantitatea de ciment alterat este nulă	Evitarea unor erori nesesizate la controlul de fabricație sau semnalarea unor impurificări intervenite în timpul transportului.	Pe fiecare probă recoltată. Dacă ritmul de aprovizionare depășește 200 t/zi se admite efectuarea determinărilor pe probe medii la cel mult 50 t ciment	C	Se verifică conform A.e. sau se dă în consum
	c) Timpul de priză, conform SR EN 196-3:2006			NC	Se refuză lotul și se anunță furnizorul, beneficiarul și ISC
	d) Stabilitatea conform SR EN 196-3:2006				
e) Rezistențele mecanice la 2 (7) și 28 zile conform SR EN 196-1:2006	Confirmarea mărcii cimentului.	Pe probe medii preparate pentru max. 200 tone ciment.	C	Se dă în consum.	
			NC	Se refuză lotul și se anunță furnizorul, beneficiarul și ISC	
B. ÎNAINTE DE UTILIZARE					
	a. Verificarea duratei de depozitare	Stabilirea necesității unui control suplimentar	La fiecare lot aprovizionat	C	Se dă în consum
				NC	Se verifică conform B.b.
	b. Starea de conservare conform pct.A.b. numai dacă s-au depășit 30 zile de depozitare sau au intervenit factori de alterare.	Evitarea utilizării cimenturilor alterate	2 probe pe siloz (sus și jos) 1 probă medie la max. 50 t pentru cimentul depozitat în saci	C	Se dă în consum
				NC	Se verifică conform A.e. la vârsta de 2 (7) zile pe câte 2 probe la fiecare siloz respectiv o probă la 50 t iar utilizarea se va face în funcție de rezultatele obținute.
	c. Toate determinările A.a, b, c, d, e dacă cimentul staționează în depozitul șantierului mai mult de 90 zile	Evitarea utilizării unor cimenturi necorespunzătoare	Idem ca mai sus	C	Se dă în consum
				NC	Se refuză lotul și se anunță furnizorul, beneficiarul și ISC

Notații

- C – corespunzător, fiind îndeplinite condițiile tehnice prevăzute
- NC – necorespunzător, respectiv nu se încadrează în condițiile tehnice prevăzute.

Notă: Determinările pentru starea de conservare se fac în conformitate cu prevederile de mai jos:

- Se va lua o cantitate de 5 Kg ciment prelevată din proba medie care se cerne prin sită de 1,00 mm SR ISO 3310-1:2000, tabelul de mai jos, coloana 1.
- Reziduul „r” se determină cu relația: $r\% = \frac{m}{5000} \times 100$, în care m = masa rezidului în grame
- Rezultatul este media aritmetică a 3 determinări.
- Starea de conservare se stabilește în funcție de reziduul r%, conform tabel:

Reziduul (r%)	Starea de conservare
0	Bună, ciment nealterat
max 10%	Ciment cu început de alterare, putând fi utilizat în funcție de rezultatele încercărilor fizico-mecanice sau în lipsa acestora va fi considerat de tip CEM III/A (fostul F25) și folosit la betoane de clase (cel mult C6/7,5 (CH 7,5))
peste 10%	Ciment alterat – utilizarea se poate face numai la prepararea mortarului

ANEXA 5. CONDIȚII DE ADMISIBILITATE PENTRU NISIP

Nr. crt.	Denumirea impurității	Condiția de admisibilitate la :		Indicații suplimentare
		Beton hidrotehnic fără condiție de îngheț - dezgheț	Beton hidrotehnic cu condiție de îngheț – dezgheț	
1	2	3	4	5
1.	Corpuri străine : - resturi animale sau vegetale (bucăți de lemn, frunze, ș.a.) - păcură, uleiuri	Nu se admit Nu se admit	Nu se admit Nu se admit	
2.	Pelicule de argilă sau alt material aderent pe granulele agregatelor care ar putea să le izoleze de liant	Nu se admit	Nu se admit	
3.	Mică, % max	3	1	Nisipul cu un conținut de mică peste limitele prescrise poate fi utilizat după verificarea în beton
4.	Cărbune,% max.	0,5	0,5	
5.	Humus (culoarea soluției de hidroxid de sodiu)	Galbenă	Galbenă	Se admite și o colorație mai închisă, dacă sunt îndeplinite condițiile prevăzute în observație la prezenta anexă.
6.	Argilă în bucăți, % max.	1,5	1	
7.	Părți levigabile, % max. (Particule fine, % max. de trecere prin sita de 0,063 mm)	3 (3)	2 (3)	Limitele pentru părți levigabile nu se referă la nisipul rezultat din concasarea rocilor. În aceste cazuri, limitele se vor preciza în caietele de sarcini.
8.	Sulfatți sau sulfuri : - granule cu volum mai mare sau egal cu 0,5 cm ³ - granule cu volum mai mic decât 0,5 cm ³ exprimate în SO ₃ (pentru media încercărilor), % max.	Nu se admit 1	Nu se admit 1	La nici una din determinări nu trebuie să depășească 1,5% pentru a se încadra în valorile medii din coloanele 3 și 4.
9.	Săruri solubile, % max.	1,2	1,2	
10.	Componente reactive cu alcaliile din ciment	Nu se admit fără încercări și verificări speciale adecvate, conform SR 5440:2009		

Notă:

Nisipurile care prezintă la încercarea pentru humus o colorație mai închisă decât cea galbenă prevăzută la punctul 5, vor putea fi folosite, dacă rezistența la compresiune a unui mortar 1:1,25 (ciment:nisip, în unități de masă) cu raportul a/c = 0,42, confecționat cu acest nisip (spălat sau nespălat) la vârsta de 7 sau 28 zile, este cel puțin 90 % din rezistența la compresiune a unui mortar de aceeași compoziție, confecționate cu nisip neutralizat cu o soluție de 3 % hidroxid de sodiu (nisipul trebuie să aibă în ambele cazuri aceeași granulozitate).

ANEXA 6. CONDIȚII DE ADMISIBILITATE PENTRU AGREGATUL GROSIER

Nr. crt.	Denumirea impurității	Condiția de admisibilitate	Indicații suplimentare
1	2	3	4
1.	Corpuri străine : - resturi animale și vegetale (bucăți de lemn, frunze, ș.a..) – păcură, uleiuri	Nu se admit	
2.	Pelicule de argilă sau alt material aderent pe granulele agregatelor, care ar putea să le izoleze de liant	Nu se admit	
3.	Argilă în bucăți	Nu se admit	
4.	Părți levigabile, % max. (Particule fine, % max de trecere prin sita de 0,063 mm)	1 (1,5)	În cazul agregatelor utilizate la betoanele hidrotehnice cu condiție de îngheț-dezgheț, se vor respecta condițiile din SR EN 12620:2008,adică se admite un conținut maxim de 0,5 % pentru părți levigabile
5.	Sulfați sau sulfuri : - granule cu volum mai mare sau egal cu 0,5 cm ³ ----- - granule cu volum mai mic decât 0,5 cm ³ , exprimate în SO ₃ (pentru media încercărilor) % max.	Nu se admit ----- 0,5	
6.	Componente reactive cu alcaliile din ciment	Nu sunt admise fără încercări și verificări speciale, efectuate conform SR 5440:2009	

Notă:

- 1) În funcție de condițiile speciale ale lucrării și de cele ale stației de concasare, sortare, spălare, limitele privind conținutul de părți levigabile din agregatul grosier vor putea să fie reduse.
- 2) În elementele masive de beton care nu sunt supuse la solicitări importante, se pot îngloba bolovani de piatră, realizându-se betonul ciclopian. În principal, executarea betonului ciclopian constă în următoarele:
 - În masa unui beton cu granula cu $D_{max} = 32 \div 56$ mm, de înălțimea lamelei de 20 cm se înglobează în proporție de 30% bolovani cu $D_{max} = 240 \div 320$ mm. Bolovani nu trebuie să fie alungiți, iar raportul dintre dimensiunea maximă și minimă nu trebuie să depășească 2,5.
 - Înainte de a fi introduși în beton, bolovani trebuie să fie curățați și spălați cu jet de apă sub presiune, iar roca din care provin să nu fie gelivă.
 - Distanța dintre bolovani va trebui să permită introducerea pervibratorului cu care se efectuează compactarea betonului în care sunt înglobați bolovani.
 - Primul strat de beton se toarnă în grosime de 25 cm, în care nu se introduc bolovani mari. Acest prim strat se vibrează și numai de la stratul al doilea de beton (în grosime de 15 cm) se introduc bolovani. În ultimul strat de beton, care este strat de acoperire, nu se introduc bolovani mari.
 - Ideea generală este ca bolovani să fie bine înconjurați de betonul respectiv.

ANEXA 7. CONDIȚII TEHNICE PRIVIND CARACTERISTICILE FIZICO – MECANICE ALE AGREGATELOR GROSIERE

Nr. crt.	Caracteristica	Condiția de admisibilitate pentru		Indicații suplimentare
		Agregate de balastieră	Agregate de concasare	
1	2	3	4	5
1.	Densitatea aparentă, kg/m ³ min.	2.300	2.300	În cazul betoanelor supuse la îngheț – dezgheț, condiția este de 2400 kg/m ³
2.	Densitatea în grămadă în stare afânată și uscată, kg/m ³ min.	1.200	1.200	
3.	Porozitatea totală, % max.	5	10	Pentru betoane armate se admite o porozitate de max. 5 %
4.	Volum de goluri în stare afânată, % max.	45	55	
5.	Rezistența la strivire : - în stare saturată, rest pe sita cu D = 8 mm, % min. - în stare uscată, trece prin sita cu D = 2,4 mm, % max.	60 % 15 %	60 % -	În caz de litigiu, determinarea rezistenței la strivire se face prin metoda în stare saturată.
6.	Coeficientul de înmuiere după saturare, min.	0,80	0,80	-
7.	Rezistența la compresiune a rocii de proveniență, pe cuburi sau cilindri în stare saturată, min.	-	De 2,7 ori clasa betonului	În cazul betoanelor supuse la îngheț-dezgheț, condiția este de 3,4 ori clasa betonului
8.	Rezistența la îngheț – dezgheț exprimată prin pierderea față de masa inițială (la cicluri cu sulfat de magneziu), % max.	18	18	
9.	Absorbția de apă, % max.	1	1	
10.	Caracteristicile geometrice : - coeficient de aplatizare (categorie) - indice de formă (categorie)	≤15 (FI 15) ≤20 (SI 20)	≤15 (FI 15) ≤20 (SI 20)	

Notă: Caracteristicile fizico-mecanice fac referire la STAS 4606-80.
Sitele cu ochiuri rotunde se adaptează la sitele cu ochiuri pătrate enumerate mai sus.

ANEXA 8. CONTROLUL CALITĂȚII AGREGATELOR

Nr. crt	Acțiunea, procedeul de verificare sau caracteristici ce se verifică	Scopul acțiunii sau verificării	Locul de prelevare	Frecvența minimă	Constatarea	Măsura ce se adoptă
1	2	3	4	5	6	7
La stația de sortare						
1.	Conținutul de corpuri străine și argilă în bucăți 2. Granulozitatea sorturilor 3. Conținutul de levigabil al : - sorturilor cu D max. ≤ 40 mm - sorturilor cu D max. ≥ 40 mm 4. Aspectul și forma granulelor	Încadrarea în condițiile tehnice impuse agregatelor	Benzile de transport în depozit	O dată pe schimb	C	Se dă în consum
				zilnic	NC	Se anunță imediat proiectantul și beneficiarul
				lunar		
5.				Humus, cărbune, mică		X)
La stația de betoane						
1.	Conținutul de corpuri străine și argilă în bucăți 2. Conținutul de părți levigabile 3. Granulozitatea sorturilor 4. Umiditatea	Încadrarea în condițiile tehnice ce se impun agregatelor	Banda de alimentare a silozurilor, buncărelor sau dozatoarelor	O dată pe zi	C	Se dă în consum
				O dată pe schimb	NC	Se anunță imediat proiectantul și beneficiarul
				O dată pe schimb și ori de câte ori se schimbă condițiile atmosferice		
5.				Verificarea modului de încadrare în domeniul de granulozitate impus		

Notă

- 1) Pentru cazurile cu ritm scăzut de betonare, când pe un schimb nu se consumă cantitățile de agregate din buncărele stației de betoane, determinările se vor efectua o dată pentru fiecare buncăr.
- 2) Frecvența se va preciza pentru fiecare lucrare în parte prin caietul de sarcini.

ANEXA 9. PRECIZĂRILE REFERITOARE LA BETONUL HIDROTEHNIC DE UZURĂ

Betonul care vine în contact permanent sau temporar cu curentul de apă este supus la uzură datorită:

- eroziunii produse de debitul solid (praf, nisip, pietriș) transportat de curentul de apă;
- cavitației, pulsațiilor de presiune;
- efectului simultan al solicitărilor de mai sus.

Betonul supus acestor acțiuni, în acceptul prezentului normativ, se denumește "beton de uzură".

Caracteristicile componentelor și compoziția betonului de uzură se stabilesc pe bază de studii speciale.

(a) Precizări referitoare la betonul de uzură expus eroziunii hidrodinamice

(a1) Se va folosi ciment de marcă minimum 32,5; tipul de ciment se stabilește de către proiectant.

(a2) Se recomandă ca agregatele destinate preparării betonului de uzură rezistent la eroziune să fie de concasare, din roci dure, având rezistență la compresiune peste 1.000 daN/cm².

În cazul lucrărilor de importanță redusă, cu acordul proiectantului, pe bază de încercări preliminare, se admite utilizarea unor agregate având rezistența la compresiune mai scăzute.

(a3) La prepararea betonului se vor folosi aditivi reducători de apă sau micști (reducători de apă și antrenori de aer). Conținutul de aer antrenat va fi de 3,5 – 4,5 %.

(a4) Lucrabilitatea betonului de uzură va fi L2 (tasare con 10 – 40 mm), corespunzător clasei de consistență S1, exceptând cazurile folosirii aditivilor superplastifianți sau a procedurii de vacuumare.

(a5) În funcție de intensitatea și frecvența fenomenului, de importanța lucrării și de modul de realizare al obiectului, ș.a., proiectantul va stabili condițiile tehnice necesare betonului de uzură, care nu vor coborî sub următoarele valori :

- rezistența la compresiune (90 zile) min. 350 daN/cm²;
- gradul de impermeabilitate (90 zile) min. P₈;
- gradul de gelivitate (28 zile), min. G 150;
- indicele de uzură determinat conform metodologiei din anexa 10 va fi de maxim 32.

(a6) La executarea betonului de uzură trebuie respectate următoarele prevederi:

- În cazul în care lamela conține și alt tip de beton pe lângă betonul de uzură (caz întâlnit la betonarea deversorului), se vor lua măsurile necesare pentru a se asigura o înfrățire sau legare a betonului de uzură cu betonul de masă.
- Cofrajele trebuie să fie netede și să aibă o suprafață corectă; se recomandă folosirea cofrajelor de lemn geluit cu chituirea rosturilor sau cofraje metalice cu aspect corespunzător (funcție de numărul de refolosiri).
- Compactarea betonului se va face prin utilizarea unor vibratoare corespunzătoare; este posibilă utilizarea vacuumării betonului prin absorbția aerului și apei în exces (≈10-20% din apa de preparare) din beton prin subpresiunea care se creează la suprafața betonului.
- După decofrare se vor lua măsuri pentru evitarea pierderii apei prin evaporare pe fețele construcției. În acest scop se poate proceda la udarea continuă cu apă (timp de cel puțin 14 zile de la turnare) și acoperirea cu o peliculă de protecție.

(a7) Frecvența încercărilor de control privind caracteristicile betonului de uzură se va indica de către proiectant în caietul de sarcini (orientativ, o serie la 2000 m³ beton pentru uvrajele cu peste 8000 m³ de beton de uzură sau cel puțin o serie pe uvraj).

(a8) Se consideră că betonul de uzură la eroziune corespunde condițiilor tehnice, dacă îndeplinește prevederile din prezentul normativ (punctul 8.2) și din anexa 11.

(a9) În cazul unor solicitări deosebite la uzură prin eroziune, se pot adopta soluții de protecție a suprafețelor de beton cu placaje din piatră dură, cu rășini sintetice, ș.a.

(b) Precizări referitoare la betonul de uzură expus cavitației

(b1) Deteriorarea betonului prin cavitație se poate produce în cazul canalelor deschise la viteze de peste 12 m/s, iar în conductele închise și la viteze de 8 m/s.

ANEXA 9 (continuare)

(b2) Cavitația are o acțiune distructivă asupra betonului și nici un beton nu poate rezista acțiunii acesteia o perioadă nelimitată de timp. De aceea este indicat să se evite apariția cavitației prin luarea unor măsuri adecvate încă din faza de proiectare (de exemplu, aerarea curentului, evitarea schimbărilor abrupte de pantă și de curbură, care tind să desprindă curentul de apă de suprafața betonului; prevederea unei plase de armătură necesară la eventualele reparații, ș.a.).

(b3) Fenomenul de cavitație depinde de schimbările de viteză (de presiune), cauzate de curgerea apei peste neregularitățile suprafeței sau de desprinderea curentului de apă de la suprafața betonului.

(b4) În cazul în care există probabilitatea apariției cavitației, se recomandă studii privind modul de scurgere al apei și de comportare a betonului în instalații speciale de cavitație (standuri de laborator).

(b5) Se recomandă ca agregatele destinate betonului să fie cu fețe rugoase sau de concasare, deoarece acestea prezintă o mai bună aderență cu pasta de ciment. Lungimea maximă a granulei agregatului se recomandă să nu depășească 16 mm, întrucât cavitația tinde să disloce granulele mari.

(b6) În privința cimentului, aditivilor, a lucrabilității betonului, precum și a modului de execuție, se vor respecta prevederile de la punctele a1, a3, a4, a6, din prezenta anexă.

(b7) Condițiile tehnice impuse betonului se vor stabili de către proiectant, ținându-se seama de condițiile, importanța și particularitățile lucrării. Sunt indicate următoarele caracteristici:

- rezistențele mecanice la 90 zile,

Viteza apei (m/s)	Clasa betonului	R. întindere (daN/cm ²) - orientativ -
sub 25	CH 30	30
25 - 35 ¹	CH 40	35

Notă: La viteze mai mari de 35 m/s se vor face cercetări în instalații speciale.

- gradul de impermeabilitate: minim P_8 (la 90 zile);
- gradul de gelivitate: G 150 (la 28 zile).

(b8) Frecvența încercărilor și modul de verificare a condițiilor tehnice vor fi stabilite de proiectant.

(b9) Suprafața betonului trebuie să fie netedă și neporoasă.

Neregularitățile fețelor cofrate sau necofrate nu vor depăși următoarele limite:

- neregularitățile line, maxim 6 mm (verificare cu o riglă de 3 m);
- neregularități paralele sau aproape paralele față de curentul de apă, maxim 6 mm;
- neregularități perpendiculare sau aproape perpendiculare pe curentul de apă, maxim 3 mm.

(b10) În cazul în care neregularitățile depășesc limitele admise, suprafețele urmează a fi corectate (sablare, polizare, umplerea adânciturilor) cu materiale dure (rășini).

(b11) În cazul unor solicitări deosebite la uzură prin cavitație, suprafețele de beton se vor proteja cu tolă metalică sau rășină sintetică armată cu fibre de sticlă.

(b12) În cazul betoanelor subțiri (căptușeli de canale cu viteze mari) se va da o atenție deosebită etanșării și drenării rosturilor).

(c) În cazul betonului supus la uzură datorită **efectului simultan al eroziunii și cavitației** (viteza apei mai mare de 8 m/s), se vor asigura caracteristicile betonului prevăzute la punctul. b7, inclusiv indicele de uzură prevăzut la punctul a5. și cu precizările de la paragrafele a și b.

(d) Pentru evitarea efectului distructiv al eroziunii și cavitației asupra betonului, proiectantul va adopta și interpreta prezentele prevederi pentru fiecare caz în parte, ținându-se seama de intensitatea și frecvența apariției fenomenelor, de importanța lucrărilor, ș.a.

ANEXA 10. METODELE DE DETERMINARE A REZISTENȚEI BETONULUI HIDROTEHNIC LA UZURA PRIN EROZIUNE

(a) Principiul metodei

Încercarea constă în supunerea unei epruvete de beton la acțiunea unui jet de nisip și apă, având fiecare o anumită presiune și un anumit unghi cu suprafața supusă eroziunii.

Rezistența la uzură a betonului este caracterizată de volumul excavației într-un anumit interval de timp. Acest volum este măsurat cu ajutorul unui nisip de granulație fină (nisip normal poligranular SR EN 196-1:1995, fracțiunea foarte fină $D = 0,06 - 0,13$ mm), care umple golul lăsat de materialul pierdut în timpul încercării.

Se determină astfel indicele de uzură, care este cantitatea de nisip exprimată în grame, al cărei volum este egal cu volumul excavației produsă în timpul încercării.

(b) Confecționarea, păstrarea și pregătirea probelor

Încercările se efectuează pe epruvete în formă de cub cu laturile de 141 sau 200 mm, confecționate și păstrate conform SR EN 12390-2:2009.

Numărul epruvetelor pentru o încercare este minimum trei.

Înainte cu 24 ore de efectuarea încercării, epruvetele se vor introduce în apă la temperatura de $20 \pm 5^{\circ}\text{C}$, pentru saturare.

(c) Aparatura

Aparatura pentru determinarea indicelui de uzură a betoanelor se compune din :

(c1) Aparatul de uzură propriu-zis, alcătuit în principal din,

- compresor,
- rezervor de nisip,
- dispozitiv de fixare a probei,
- injector pentru nisip,
- injector de apă.

(c2) Balanța tehnică de 200 g, având sensibilitatea 15 – 20 mg.

La prezenta anexă se atașează "Schemă instalație pentru încercarea la uzură".

(d) Efectuarea încercării

(d1) Epruveta din beton saturată în prealabil se așează și se fixează în stativ cu una din fețele laterale spre injectoare.

(d2) Se potrivesc capetele duzelor injectoarelor de nisip și apă la distanța de 7 cm de mijlocul feței epruvetei ce urmează a se expune uzurii.

(d3) Unghiurile sub care cad jeturile cu presiune sunt de 30° pentru nisipul cu aer și 55° pentru jetul de apă.

Presiunea cu care lovește jetul de nisip cu aer este de 3 atm., iar presiunea jetului de apă este de 2 atm.

Materialul abraziv folosit este nisipul normal monogranular SR EN 196-1:2006.

(d4) Se deschide robinetul de alimentare al injectorului de apă. Se pornește apoi compresorul și se așteaptă până la ridicarea presiunii la 3 atm. Se deschide robinetul injectorului de nisip – aer, expunându-se suprafața epruvetei timp de trei minute, după care se întrerupe jetul de nisip – aer și apoi cel de apă. Se deplasează epruveta cu 2 cm față de vechiul centru de lovire și se repetă încercarea încă trei minute.

Aceeași încercare se efectuează cel puțin pe încă o față laterală a epruvetei de beton.

(d5) Volumul excavației lăsat în beton după încercare se umple cu nisipul normal poligranular (SR EN 196-1:2006), fracțiunea foarte fină ($D = 0,06 - 0,13$ mm) se îndeasă bătând ușor cu ciocanul, apoi se nivelează cu o riglă, îndepărtându-se surplusul de nisip.

Se scoate nisipul din amprentă și se cântărește cu o precizie de 0,1 g, obținându-se indicele de uzură.

(d6) Rezultatul pentru o epruvetă reprezintă media obținută în urma încercării pe cel puțin două fețe laterale.

ANEXA 10 (continuare)

(d7) Înainte de începerea încercărilor pe epruvetele de beton, aparatul de uzură se verifică pe o suprafață plană din sticlă, în aceleași condiții ca la punctele d2., d3., d4. și d5., expunându-se însă într-un singur punct timp de trei minute.

Indicele realizat pe această probă etalon trebuie să fie de $11 \pm 0,2$.

Proba etalon de sticlă va avea grosimea de minimum 12 mm și poate fi realizată prin suprapunerea mai multor straturi de sticlă de grosimi mai mici.

(d8) Înainte de fiecare încercare se va verifica diametrul interior al duzei injectorului de nisip – aer, aceasta trebuind schimbată în cazul în care depășește ϕ 4 mm.

Debitul jetului de nisip este de circa 1750 g/min.

Nisipul utilizat la încercare poate fi refolosit după o resortare prealabilă și aducerea în limitele date de SR EN 196-1:2006.

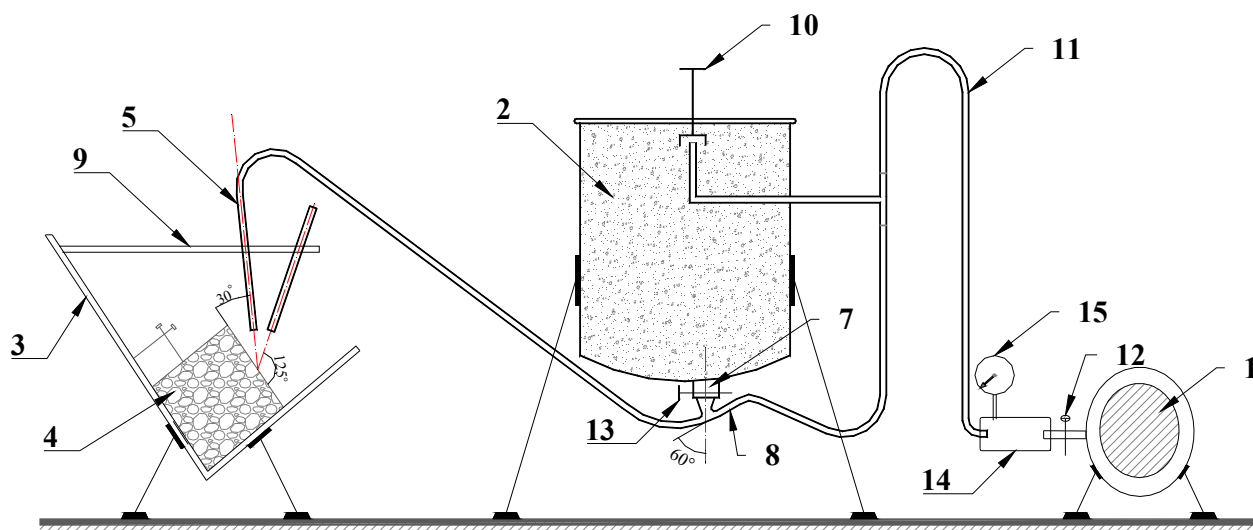
(e) Interpretarea rezultatelor

(e1) Rezistența la uzură, determinată conform metodologiei de mai sus, se apreciază pe baza indicelui de uzură stabilit conform punctelor d5. și d6.

(e2) În funcție de valoarea indicelui de uzură, betoanele se împart în:

- betoane foarte rezistente la uzură – indice uzură 11 – 22;
- betoane rezistente la uzură – indice uzură 23 – 32;
- betoane slabe la uzură – indice uzură peste 32.

SCHEMA INSTALATIEI PENTRU ÎNCERCAREA LA UZURA



- | | |
|---|---|
| 1. Compresor P = 17KW; U = 380 V | ϕ exterior = 3 cm |
| 2. Rezervor de presiune cu nisip
$\phi_{cilindru} = 31$ cm, L cilindru = 54 cm | 9. Distanțier de fixare a injectoarelor |
| 3. Stativ pentru fixarea epruvetei de beton | 10. Supapă etanșare |
| 4. Epruvetă de beton | 11. Furtun pentru introducerea aerului comprimat în rezervor |
| 5. Injector pentru nisip cu duză ϕ interior = 4 mm | 12. Robinet de trecere aer comprimat |
| 6. Injector pentru apă cu duză ϕ interior = 3 mm | 13. Robinet de alimentare a injectorului de nisip |
| 7. Evacuare nisip:
- $\phi 1$ exterior = 6 cm; L1 exterior = 15 cm
- $\phi 2$ exterior = 4 cm; L2 exterior = 7 cm | Butelie pentru reținere condens
ϕ cilindru = 12 cm; Lcilindru = 45 cm |
| 8. Evacuare aer și supapă de închidere | 14. Manometru de presiune 10 bari (kgf/cm ²) |

ANEXA 11. EXECUȚIA BETONULUI FLUID UTILIZAT LA ÎNCASTRAREA BLINDAJELOR GALERIILOR FORȚATE

Betonul fluid trebuie să îndeplinească următoarele condiții:

- consistența betonului să facă posibilă scurgerea sa prin canale sau tuburi la pante de circa 30° ;
- să nu se secrete în timpul transportului, inclusiv la locul de turnare în lucrare;
- să umple fără vibrație toate spațiile secțiunii finite de betonare;
- să realizeze clasa prevăzută în proiect cu un consum minim de ciment.

La stabilirea compoziției betonului fluid se recomandă:

- majorarea dozajului de ciment cu 13 – 15 % față de condițiile normale;
- utilizarea adaosului de bentonită pentru asigurarea coeziunii betonului proaspăt și impermeabilității betonului întărit (2 % substanță uscată din masa cimentului);
- utilizarea unui superplastifiant;
- asigurarea fluidității mortarului (cu $D \leq 5,6$ mm) din beton, caracterizată prin timpul de scurgere prin pâlnie a unei cantități de mortar care umple pâlnia până la limita superioară a părții tronconice (figura 1), în limitele de 12 – 15 s.

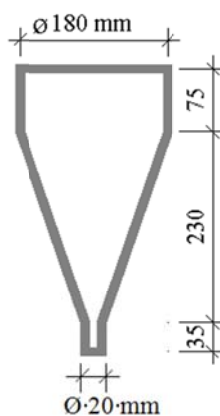


Figura 1

Pentru evitarea segregării betonului, este necesară instalarea stației de preparare în apropierea canalelor de transport.

Compoziția betonului fluid se determină în funcție de condițiile tehnice cerute pe bază de cercetări într-un institut de specialitate și se verifică sub aspectul realizării proprietăților cerute betonului fluid proaspăt de către laboratorul de șantier.

ANEXA 12. CONTROLUL CALITĂȚII BETONULUI PROASPĂT

Nr. crt.	Caracteristici ce se verifică	Scopul acțiunii	Frecvența fiecare tip de beton pe schimb	Constatarea	Măsura ce se adoptă
1	2	3	4	5	6
La locul de fabricare					
1.	Tasare	Corectarea cantității de apă, a proporției sorturilor de agregate sau aditiv, a temperaturii componentilor și verificarea instalației	2	C	Se menține rețeta de beton adoptată și se acceptă livrarea. Se repetă determinarea. Dacă și atunci rezultatul nu se înscrie în limitele admise, se sistează prepararea betonului și se procedează conform. coloanei. 3. Determinarea se va face la fiecare amestec până când cel puțin 3 rezultate consecutive se înscriu în limitele admise. În continuare determinarea se face cu frecvența prevăzută în coloana 4.
2.	Densitate aparentă ¹⁾		1		
3.	Volum de aer oclus ²⁾		2 ⁶⁾		
4.	Timpi de priză ⁵⁾		1	NC	
5.	Temperatură ³⁾		2		
6.	Granulozitatea agregatelor conținute în beton (sort 0-2,4), conform. SR EN 12350-1:2003, adică : granulozitate reală		La începerea betonării și apoi lunar și ori de câte ori se apreciază ca necesar		
La locul de turnare în lucrare ⁶⁾					
1.	2	3	4	5	6
1.	Tasare	Confirmarea caracteristicilor impuse betonului	2 ⁴⁾	C	Se acceptă turnarea în lucrare
2.	Densitate aparentă ¹⁾		1		
3.	Volum de aer oclus ²⁾⁺¹⁾		1 (2) ⁴⁾		
4.	Timpi de priză ¹⁾		1 ⁴⁾	NC	
5.	Temperatura ³⁾		2		

Notă:

- 1) Numai dacă se impune condiția tehnică în caietul de sarcini.
- 2) Numai în cazul betoanelor cu aditivi antrenori de aer.
- 3) Dacă pe parcursul betonării se constată atingerea sau depășirea temperaturii admise în caietul de sarcini, măsurarea se va efectua din două în două ore, în vederea stabilirii temperaturii medii a betonului din lamelă.
- 4) Ori de câte ori se observă schimbări în compoziția betonului proaspăt.

Observații: Valoarea din paranteză se referă la betoanele cu adaos de cenușă de centrală termoelectrică.

- 5) Timpii de priză se vor face înaintea începerii betonării, pentru stabilirea ritmului de betonare.
- 6) Dacă cantitatea de beton ce se pune în operă într-un schimb nu depășește 100 m³, frecvența se reduce la 1/ schimb.

ANEXA 13. CONTROLUL CALITĂȚII BETONULUI ÎNTĂRIT

Nr. crt.	Acțiunea, procedeul de verificare sau caracteristici ce se verifică	Scopul acțiunii sau verificării	Frecvența minimă	Constatarea	Măsura ce se adoptă
1	2	3	4	5	6
1.	Determinarea rezistenței la compresiune, conform. SR EN 12390-3:2009 pe câte o serie de 3 cuburi la - la 7 zile pentru lucrări masive - la 7 zile pentru lucrări nemasive ¹⁾ - la 90 zile pentru lucrări masive ¹⁾ - la 90 zile pentru lucrări nemasive	Verificarea realizării condițiilor de calitate pentru clasa de beton prevăzută	la 500 m ³	C	Se mențin compoziția și tehnologia de preparare
			la 150 m ³ sau la 500 m ³³⁾	NC	
			la 500 m ³ (dar nu mai puțin de o serie pe lamelă)		Se vor analiza cauzele nerealizărilor și se vor lua măsurile necesare ⁴⁾
			la 500 m ³ sau la 150 m ³³⁾		
2.	Determinarea rezistenței la întindere, conform SR EN 12390-5:2009 pe câte o serie de 3 cuburi la 90 zile pentru: - lucrări masive - lucrări nemasive	Verificarea realizării condițiilor prevăzute.	la 500 m ³ (dar nu mai puțin de o serie pe lamelă)		
			La 150 m ³		
3.	Determinarea gradului de ²⁾ impermeabilitate, conform. SR EN 12390-8:2009 pe câte o serie de 3 cuburi la 90 zile, pentru - lucrări masive - lucrări nemasive		la 2000 m ³	C	Se menține compoziția și tehnologia de preparare
			La 300 m ³ sau o dată pe schimb, în cazul în care ritmul de betonare depășește 300 m ³ /schimb	NC	Se procedează conform punctului. 9.3 a3.
4.	Determinarea gradului de ²⁾ gelivitate, conform SR 3518:2009 pe câte o serie de 6 cuburi sau prisme, la 28 de zile, pentru - lucrări masive - lucrări nemasive		la 3000 m ³	C	Se menține compoziția
			la 300 m ³ sau o dată pe schimb, în cazul în care ritmul de betonare depășește 300 m ³ /schimb	NC	Se procedează conform punctului. 9.3 a3.

Notă: 1) În cazul construcțiilor executate în termene scurte, al folosirii betonului armat și betonului armat prefabricat, în cazul volumului mic de lucrări, se permite adoptarea claselor betonului la vârsta de 28 sau 60 zile, în loc de 90 zile, cu motivarea specială în proiect, și va fi stabilită în caietul de sarcini.

2) La confecționarea epruvetelor pentru încercările de impermeabilitate și îngheț – dezgheț se admite cernerea betonului proaspăt.

3) Prin caietul de sarcini, în cazul betoanelor nemasive, se va preciza vârsta la care se face controlul la 150 m³ și la 500 m³ (7 sau 90 zile). Se preferă vârsta de 7 zile pentru controlul la 150 m³, conjugată cu posibilitatea constructorului de a executa determinarea respectivă existența presei de încercare a probelor în apropierea șantierului). Prin caietul de sarcini proiectantul poate impune prelevarea de epruvete și pentru verificarea altor caracteristici ale betonului (rezistență la uzură, contracție, ș.a.);

4) Proiectantul va analiza cauzele nerealizării condițiilor de calitate pentru clasa de beton prevăzută. Măsurile necesare se iau de către comisia tehnică formată din beneficiar, proiectant și executant

ANEXA 14. BETOANE TURNATE SUB NOROI BENTONITIC

Principalele tipuri de lucrări care se pun în operă sub noroi bentonitic sunt:

(a) Ecrane de etanșare, care sunt ecrane impermeabile din beton argilos (argilă + ciment + balast + apă) sau beton și care necesită uneori injecții de etanșare subterană a aluviunilor. Acest sistem se folosește în general în cazul îndiguirilor.

(b) Ecrane etanșe din noroi autoîntăritor, care sunt ecrane impermeabile din beton argilos preparate cu liant din argilă – ciment și care diferă de execuția ecranelor de etanșare de la punctul A, prin

- economisește material aluvionar prin folosirea materialului local;
- liantul betonului argilos este chiar noroiul bentonitic folosit integral și amestecat cu ciment și care intră în componența betonului argilos înlocuind argilele locale;
- componentele minerale ale betonului argilos sunt chiar aluviunile rezultate din excavarea tranșeei.

(c) Barete pentru fundarea construcțiilor, care sunt elemente ale structurilor de fundare din beton armat și totodată sunt ecrane impermeabile. Ele pot prelua încărcări axiale și transversale mari transmise prin radierul în care sunt încastrate baretele, încărcări care nu pot fi preluate cu alte sisteme de fundare de adâncime.

Baretele se utilizează pe un amplasament cu pământuri puternic compresibile, iar încastrarea baretelor se face într-un strat cu capacitate portantă ridicată, puțin compresibil. Fluxul tehnologic de betonare trebuie să fie neîntrerupt, pentru a asigura continuitatea structurii ecranului.

(d) Pereții mulați, care sunt elemente de construcții din beton armat cu funcții de rezistență și de etanșare pentru lucrări hidrotehnice cu săpătura la mare adâncime efectuată în teren permeabil sub nivelul apelor freatice.

Valorile caracteristicilor noroiului bentonitic sunt ușor diferite față de cele de la barete, iar tehnologia de execuție a introdus elementele de rost prefabricate, cu calitatea deosebită de a etanșa îmbinările dintre panourile de pereți mulați.

Compoziția noroiului bentonitic cât și a betonului se stabilesc pe bază de studii făcute la un laborator de specialitate pentru fiecare din cele 4 cazuri de mai sus, cu obligativitatea efectuării în prealabil a verificării reacției alcalii - agregate și determinării agresivității apei.

În urma verificărilor se va adopta un tip corespunzător de ciment.

1. Tehnologia de execuție

Tehnologia de execuție se axează pe realizarea a patru faze principale succesive:

- excavarea tranșeei în noroi bentonitic;
- verificarea prezenței rocii de bază și curățirea ei;
- turnarea betonului;
- controlul impermeabilității tranșeei.

Pentru realizarea ecranelor de etanșare, a pereților mulați și a baretelor se utilizează echipamente speciale care în principal au cupă greifer montată la capătul unei prăjini ghidate și sunt folosite pentru pământuri nisipoase, argiloase și prăfoase.

Modul detaliat al tehnologiilor de execuție pentru diverse situații de betonare este redat în următoarele normative: PE 740/80, P106-85, II A8/1987 (TCH) și II A9/1987 (TCH).

2. Noroiul bentonitic (tixotropic)

Noroiul bentonitic este un amestec de argilă locală, trass-gel, humă și apă a cărei compoziție optimă e funcție de:

- natura terenului;

- natura componentelor;
- situația hidrologică.

Noroiul bentonitic realizează o contrapresiune pe pereții tranșeei prin care se împiedică dărâmarea lor și pătrunderea apei subterane.

Bentonita este o argilă cu proprietăți tixotropice pronunțate adică: este în stare fluidă când este agitată și devine rigidă când este în stare de repaus.

Bentonita mai este cunoscută și sub denumirea de trass-gel.

Bentonita se transportă și se păstrează în saci de 30 – 50 kg sau în vrac și se depozitează în magazii special amenajate, ferindu-se de umezeală.

Orientativ se recomandă următoarea compoziție a noroiului bentonitic în unități volumice pentru condiții medii:

- argilă locală	2 părți
- trass-gel sau beton-gel	1 parte
- humă de Teișani sau argilă de Medgidia	1 parte
TOTAL	4 părți material uscat

- apă până la realizarea condițiilor de densitate și vâscozitate.

Materialul de bază în compoziția noroiului bentonitic este bentonita sau trass-gelul. În situația în care din motive tehnico-economice nu este posibilă aprovizionarea cu materiale locale (argilă și humă) se poate realiza noroiul bentonitic cu o compoziție de 4 părți material uscat trass-gel și apă.

Dozarea volumetrică a materialelor se efectuează cu ajutorul lădițelor tarate.

Prepararea noroiului bentonitic se va face în malaxoare mecanice sau în agitatoare cu amestec forțat. Pentru obținerea unui amestec omogen se recomandă ca durata de malaxare să fie de minimum 5 minute.

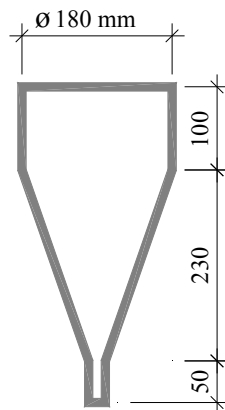
Timpul de hidratare a noroiului bentonitic trebuie să fie de minimum 24 de ore și va fi stabilit de laboratorul de șantier.

Controlul calității noroiului bentonitic se va efectua în mod obligatoriu la fiecare baretă, perete mulat sau panou de ecran de etanșare atât în timpul excavației cât și înainte de betonare la fiecare 10 t de bentonită, prin încercări în laboratorul de șantier pe probe prelevate din noroiul din tranșee.

Asupra fiecărei probe se vor face determinările pentru îndeplinirea condițiilor de calitate ale noroiului bentonitic, în special pentru densitatea prin cântărire și vâscozitatea cu pâlnia Marsh, iar rezultatele se vor înscrie în buletinele de analiză și în fișele tehnice.

Se efectuează determinări de laborator pe șantier, conform STAS 9305-81, STAS 9484/18-92, STAS 9484/22-82 și STAS 9484/21-74 pentru a stabili dacă noroiul bentonitic îndeplinește condițiile de calitate specificate mai jos pentru fiecare tip de tehnologie:

- **Vâscozitatea aparentă**, care se determină prin măsurarea timpului de scurgere prin pâlnia Marsh a unei cantități de 1000 cm³ de noroi bentonitic. Acest timp de scurgere variază astfel,
 - $t_A = 32 - 50$ s pentru ecranele de etanșare din beton argilos (35 – 45 s pentru ecrane din beton turnat cu instalația ELSE),
 - $t_B = 33 - 38$ s pentru ecranele etanșe din noroi autoîntăritor,
 - $t_C = 35 - 40$ s pentru barete,
 - $t_D = 36 - 42$ s pentru pereți mulați;



\varnothing interior = 4,75 mm

Fig. 1. Schiță pâlnie Marsh

- **densitatea** trebuie să aibă valorile de mai jos și ca urmare se verifică (controlează) prin cântărire la fiecare 2 ore și ori de câte ori se modifică compoziția noroiului rezultat din probele prelevate din noroiul din tranșee, astfel,
 - $\rho_A = 1,2 \pm 0,05 \text{ kg/dm}^3$ pentru ecranele de etanșare din beton argilos (1,07 – 1,25 kg/dm^3 pentru ecrane din beton turnat cu instalația ELSE),
 - $\rho_B = \text{max. } 1,10 \text{ kg/dm}^3$ pentru ecranele etanșe din noroi autoîntăritor
 - $\rho_C = 1,05 - 1,12 \text{ kg/dm}^3$ pentru barete,
 - $\rho_D = 1,03 - 1,10 \text{ kg/dm}^3$ pentru pereți mulați;

Celelalte condiții de calitate pentru noroiul bentonitic indicate în STAS-urile menționate anterior sunt următoarele: stabilitatea noroiului bentonitic, filtratul, turta, conținutul de nisip liber și pH-ul.

Dacă se depășesc valorile menționate la condițiile de calitate ale noroiului bentonitic se vor folosi aditivi pe bază de polimeri sintetici cu greutate moleculară mare, dozajul fiind stabilit de la caz la caz, în funcție de valoarea impusă filtratului.

În cazul contaminării noroiului betonitic cu nisip, densitatea noroiului bentonitic trebuie să fie cel mult $\rho_{\text{noroi}} = 1,3 \text{ kg/dm}^3$.

Dozajul optim al noroiului bentonitic se obține prin o serie de încercări în laboratorul de șantier.

Dozajul optim se fixează corespunzător limitei inferioare a densității noroiului care să asigure stabilitatea pereților tranșeei precum și o bună punere în operă a betonului, având în vedere, în același timp, păstrarea celorlalte caracteristici ale noroiului bentonitic în limite admisibile.

Noroiul bentonitic va fi depozitat pe șantier în cutii metalice (habe) și se va asigura un ritm de execuție neîntrerupt, în regim industrial pentru noroiul bentonitic.

Noroiul bentonitic obținut pentru fiecare din cele 4 cazuri (A, B, C și D) se schimbă la fiecare panou de ecran de etanșare, baretă sau perete mulat, dar se poate efectua și o reutilizare cu respectarea întocmai a condițiilor de calitate.

3. Betonarea ecranelor de etanșare

Betonarea ecranelor de etanșare din zona digurilor acumulărilor se face în general din beton argilos sau din beton cu granulă cu lungimea maximă $D = 25 \text{ mm}$ site cu ochiuri pătrate ($31 \text{ mm} \times 0,8 = 24,8 \text{ mm}$) (fostul $\varnothing = 31 \text{ mm}$ site cu ochiuri rotunde) folosindu-se următoarele procedee tehnologice menționate în normativul PE 740/80:

(a) Pentru **ecranele impermeabile din beton argilos**, după operația de curățire și spălare a stâncii sub noroi bentonitic, se trece la umplerea tranșeei cu beton argilos, paralel cu avansarea ei. Excavarea

tranșeelor se face pe adâncimi de maximum $4,5 \div 6,0$ m cu excavatorul cu cupă inversă, draglină sau alte utilaje.

Compoziția betonului argilos care trebuie să fie plastic, vârtos, este următoarea (calculat la 1 m^3 beton):

- argilă locală sau lut 220 – 180 kg
- ciment 80 – 120 kg
- balast umed 1700 – 1800 kg
- apă circa 100 l în funcție de umiditatea balastului
- silicat de sodiu diluat în apă pentru a avea densitatea soluției de $1,37 - 1,38 \text{ kg/dm}^3$ circa 5 l de soluție.

Pe probele de beton argilos se fac încercări de rezistență la compresiune la 28 zile și de permeabilitate la 28 zile alternativ (probele de permeabilitate se execută la presiunea de 1 at.).

Rezistența minimă necesară la compresiune este $R^{\text{comp. min. nec.}} = 10 \text{ daN/cm}^2$.

Tehnologia de punere în operă a betonului argilos, cu determinările de laborator care se efectuează pe șantier sunt redată în normativul PE 740/80 împreună cu elementele necesare pentru profilul longitudinal al ecranului. Remedierile pentru betonul pus în operă se fac prin injecții și chiar prin dublarea pereților pentru panourile realizate necorespunzător.

(b) Ecran realizat prin injecții sub ecranul din beton argilos pentru obținerea impermeabilității. Se completează prin injecție sub ecran a stratului aluvionar în situații în care ecranul nu a atins roca de bază, pentru asigurarea impermeabilității sale.

Înainte de aplicarea acestui tip de soluție ea va fi probată preliminar pe fiecare amplasament în parte prin realizarea probei de impermeabilitate a unei incinte circulare cu diametrul de $5...8$ m realizată din foraje de acest tip, dispuse la circa $0,5$ m interax.

Forajele în beton argilos se execută cu noroi argilos sau apă curată până la pătrunderea în stratul de aluviuni, stabilindu-se cu precizie adâncimea bazei ecranului și a stratului de aluviuni.

Forarea și injectarea stratului de aluviuni se fac simultan cu ajutorul sondezei prin care țevile vor străbate succesiv gaura forată în stratul de beton argilos, apoi stratul de aluviuni până la roca de bază în care vor pătrunde $0,5 \text{ m} - 1,0 \text{ m}$.

Cantitatea medie de suspensie ce se injectează pe fiecare metru de foraj variază de la $600 \div 900$ l la $2400 \div 3600$ l și se distribuie în raport cu absorbția terminată când cantitatea medie de suspensie ce se injectează este de 4 l/minut, timp de 20 minute la presiune maximă de injectare prevăzută.

Presiunea maximă de injectare se stabilește prin prierct pentru următoarele adâncimi de fundare:

Adâncime (m)	Presiune maximă (at)	
	Injectare cu suspensie vâscoasă (tip ST13)	Injectarea cu suspensii fluide
2 – 4	3	2
4 – 6	6	4
6 – 8	9	6
8 – 12	12	8
12 – 14	15	10

Materialele de injectare sunt de regulă suspensii de injectare vâscoase, tixotropice, de ciment-argilă și uneori suspensii fluide de ciment-bentonită dacă se reduce semnificativ absorbția suspensiei.

Compozițiile orientative (pentru 1 mc suspensie de injectare) ale suspensiilor de ciment (vâscoase sau fluide) sunt date în ordinea introducerii materialelor în amestec conform prevederilor normativului PE 740/80, astfel:

- **Suspensie vâscoasă, tixotropică**, de ciment-argilă tip S.T.13:
 - apă 740 l
 - lut local 580 kg
 - trassgel 58 kg
 - sodă calcinată în substanță uscată (se introduce dizolvată) 6 kg
 - ciment alitic tip H 135 kg
 - silicat de sodiu 30^0Be (densitate $1,37 - 1,38 \text{ daN/l}$) 8 l
- **Suspensie fluidă de ciment-bentonită:**
 - factor a/c = 3
 - factor a/c = 1

▪ apă	860 l	750 l
▪ ciment alitic H	330 kg	750 kg
▪ trassgel	15 kg	22 kg
▪ silicat de sodiu 30 ⁰ Be	10 l	10 l

Dozarea materialelor și adaosurilor chimice se va face cu abaterea limită de ±3% greutate, după care se efectuează omogenizarea amestecului prin malaxare timp de cel puțin 5 minute. Suspensia se strecoară obligatoriu prin sita cu ochiuri de 2 mm și ulterior se pompează în țevile de injectare.

Vâscozitatea amestecului trebuie să aibă la pâlnia Marsho valoare de cel puțin 2 s în plus peste vâscozitatea apei curate. Suspensia bine preparată trebuie să facă priză în termen de 3 zile (priză în sensul unei gelificări stabile).

Probele de control, tehnologia de execuție, fișele de foraj și de injectare cu profilul sinoptic cu rezultatele încercărilor de laborator se fac conform normativului PE 740/80.

Probele de control se efectuează la minimum 15 zile de la terminarea injectării ultimului foraj din zona respectivă prin introducerea apei la o presiune de 1 at în stratul de aluviuni și 2 at în umplutura de beton argilos pe o durată de minimum 30 minute.

(c) Ecranele de etanșare executate sub noroi bentonitic cu instalația tip ELSE se execută din panouri betonate continuu, de 3 – 5 m lungime, care se fixează prin proiect, în funcție de dimensiunile cupei și numărul coloanelor de betonare.

Betonul pus în operă pentru fiecare panou trebuie preparat cu o granulă cu $D_{max} = 25$ mm (fostul $\phi_{max} = 31$ mm), după o rețetă prevăzută de laboratorul de șantier.

Caracteristicile betonului din ecran în vederea asigurării etanșeității betonului și asigurării omogenității la turnare sunt următoarele:

(c1) Betonul întărit

- rezistența la compresiune clasa CH 7,5 – CH 15 conform prevederilor proiectului;
- impermeabilitatea conform caietului de sarcini, orientativ P4 (eventual P8).

(c2) Betonul proaspăt

- betonul de tip plastic pentru evitarea segregării,
 - tasare la 30': 12 – 16 cm
 - tasare la 60': 10 – 12 cm
 - raportul apă-ciment: 0,6 – 0,7

Probele de beton (cuburi cu latura de 20 cm) vor fi încercate alternativ fie la permeabilitate fie la compresiune la 28 zile de la turnare.

Betonul corespunde condițiilor tehnice dacă:

- 2 din 3 cuburi nu sunt străpunse la 8 at iar al treilea la 4 at;
- $R_{compresiune}^{mediu} (3 \text{ cuburi}) \geq R_{beton}^{marcă}$

Materialele ce intră în componența betonului ecranului de etanșare sunt următoarele:

- agregate cu $D_{max} = 25$ mm (fostul $\phi_{max} = 31$ mm);
- cimenturi cu adaosuri ca CEM II/B-S; H II/A-S;
- plastifianți și antrenori de aer;
- apă.

Trebuie acordată o atenție deosebită sortului cu $D = 0 - 5,6$ mm (fostul $\emptyset = 0 - 7$ mm), deoarece nisipul trebuie să fie foarte bogat în partea fină (în medie cu 30% mai mult decât ca la un beton normal pentru dimensiuni granule mai mici decât $D=0,16$ mm corespunzător lui $\phi = 0,2$ mm) pentru a compensa lipsa argilei.

Tehnologia de punere în operă a betonului, determinările de laborator efectuate pe betoane și componentele lui, precum și întocmirea fișei panoului se face conform normativ PE 740/80.

4. Ecrane etanșe din noroi autoîntăritor.

Ecranele etanșe din noroi autoîntăritor sunt pereți continui din beton argilos care au numai scop de etanșare a incintei de execuție realizată în straturile aluvionare situate sub nivelul pânzei de apă freatică. Componentele minerale ale betonului argilos sunt chiar aluviunile rezultate din excavarea tranșeei, iar liantul acestui beton este însăși noroiul bentonitic amestecat cu ciment (liant argilă-ciment) care sprijină tranșeea în timpul excavației.

Tranșeele adânci pentru realizarea pereților continui se execută prin săpare (4 – 8 m cu excavatorul și respectiv 8 – 30 m cu instalație Kelly) cu folosirea unei suspensii de argilă obținută prin amestecul dintre apă cu bentonită sau alt material tixotrop.

Noroiul bentonitic trebuie să fie un noroi gelitic cu constituenți bentonitici care să-i confere proprietăți tixotropice ridicate.

Rețeta orientativă a noroiului argilos sau noroiului autoîntăritor se poate aprecia ținând seama de condițiile impuse noroiului bentonitic și de diagrama ternară pentru stabilirea raportului argilă – ciment al liantului ce intră în compoziția betonului argilos (calculat la 1 m³ de beton):

- | | |
|---|---------------------------------------|
| – apă | 900 litri/m ³ |
| – bentonită (argilă cu proprietăți tixotropice) | 160 kg/m ³ |
| – ciment | 180 kg/m ³ |
| – aditiv întârziator de priză | 1,5 kg/100 kg.ciment/m ³ . |

Determinările pe noroiul autoîntăritor se fac asupra componentelor, pe noroiul argilos și asupra ecranului de etanșare.

Greutatea volumetrică a amestecului, de noroi bentonitic cu ciment obținută după omogenizare trebuie să aibă valoarea de 1,30 – 1,40 kg/dm³ conform normativului II A9/1987 elaborat de TCH.

Pe probele de beton argilos se fac încercări de rezistență la compresiune la 90 zile și de permeabilitate la o presiune de 4 atm.

Rezistența minimă la compresiune la 90 zile este $R_{min.nec.}^{comp.} = 10 \text{ daN/cm}^2$.

Deoarece realizarea ecranelor etanșe cu noroi autoîntăritor este o lucrare ascunsă, trebuie asigurat un control al calității lucrărilor prin ținerea unui registru în care să se consemneze următoarele elemente conform tehnologiei descrise în normativul II A9/1987: fișe de excavații, analize de laborator conservate și proces verbal de lucrări ascunse.

5. Barete și pereți mulați din beton

Betonarea baretelor și a pereților mulați se face în concordanță cu clasa de betoane și gradul de impermeabilitate stabilite prin proiect.

Baretele și pereții mulați sunt executați în terenuri alcătuite din roci sedimentare necoezive, slab coezive, cu coeficient de permeabilitate $K > 1 \times 10^{-5} \text{ cm/s}$ (pietrișuri, grohotișuri, nisipuri, nisipuri prăfoase, loess, ș.a.) și care nu stau în săpătură în taluz vertical.

Adâncimea de execuție $H = 3 \div 40 \text{ m}$ se realizează cu instalații Kelly sau ELSE cu $H \leq 30 \text{ m}$.

În general, betonul pus în operă este de clasă CH 15 cu o consistență fluidă (tasare con = 15 – 20 cm) și lucrabilitate L5, corespunzătoare clasei de consistență S4.

La fixarea rețetelor pentru betoane se recomandă utilizarea următoarelor componente:

- agregate de râu sortate cu $D_{max}=25 \text{ mm}$ (fostul $\phi_{max} = 31 \text{ mm}$) și curbă de granulozitate continuă;
- cimenturi cu adaosuri cum ar fi, CEM II/A-S, H II/A-S și CEM II/B-S;
- aditivi întârziatori de priză și plastifianți totodată;
- apa.

Transportul betonului se va face cu automalaxorul, iar betonarea se va face continuu fără întreruperi în aprovizionare și transport cu asigurarea unui volum de beton de 8 – 10 m³/oră.

Tehnologia de punere în operă a betoanelor cu respectarea cu strictețe a condițiilor speciale de execuție sunt redată pentru barete în normativul P 106-85 iar pentru pereții mulați în normativul II A8/1987 elaborat de TCH.

Pentru betonarea baretelor și a pereților mulați se folosește mai ales procedeul CONTRACTOR, prin care cele 1, 2 sau 3 coloane de betonare sunt coborâte în tranșee până la talpa excavației.

Coloana de betonare este alcătuită din tronsoane de tuburi cu ϕ 25 – 30 cm și lungime $L = 2 – 6$ m care se prelungesc la partea superioară cu o pâlnie. Alimentarea cu beton a pâlniei se va face în flux continuu până la betonarea panoului astfel încât durata de turnare a betonului într-o bareță sau perete mulat să nu depășească 6 – 7 ore.

Laboratorul de șantier va urmări respectarea calității materialelor folosite la executarea panourilor de beton.

Constructorul este obligat să țină evidența scriptică a execuției barețelor sau a pereților mulați prin întocmirea unor fișe de excavare și fișe de betonare care reprezintă acte de constatare a executării lucrărilor ascunse și vor fi atașate la cartea construcției.

Controlul calității barețelor sau pereților mulați după execuție constă în controlul calității betonului pus în operă și din încărcări de control pe barete sau pereți mulați.

Notă: Nu sunt eliminate și alte compoziții de betoane sub rezerva păstrării condițiilor de permeabilitate și rezistențe la compresiune cerute prin caietul de sarcini al proiectantului.

ANEXA 15. EVALUAREA REZISTENȚEI BETONULUI LA 28 ZILE, ÎN CONDIȚII NORMALE DE ÎNTĂRIRE

Evaluarea rezistenței betonului la vârsta de 28 zile, în condiții normale de întărire se prezintă în tabelul de mai jos, cu corelarea între tipurile vechi și noi de ciment utilizat.

Condițiile normale de întărire sunt condițiile pentru tipare de beton păstrate la temperatura de $20 \pm 3^{\circ}\text{C}$ și umiditate relativă de $65 \pm 5\%$, care, după confecționare, trebuie protejate cu folii de polietilenă sau cu alte materiale, astfel încât să se evite evaporarea apei din beton.

Se poate considera că este asigurată realizarea clasei de beton prevăzute, dacă rezistența evaluată pentru vârsta de 28 zile conform datelor din tabelul de mai jos, pe baza mediei obținută pe cuburile confecționate în cadrul unui schimb, este cel puțin egală cu $1,2xCH$.

		$R_{28zile}^{20^{\circ}\text{C}} = \frac{1}{C} R_{n.zile}^{tm}$						
Tipul de ciment utilizat	tm = temperatura medie din primele 7 zile $^{\circ}\text{C}$	Valorile coeficientului „C”, vârsta betonului de încercare „n” zile fiind						
		3	7	14	28	56	90	180
CEM II/B-S H I HII/A-S SR II/A-S	+ 5	0,15	0,30	0,47	0,72	1,10	1,25	1,30
	+ 10	0,25	0,43	0,64	0,90	1,15	1,25	1,30
	+ 20	0,35	0,55	0,75	1,00	1,15	1,25	1,30
	+ 30	0,43	0,63	0,80	1,03	1,15	1,25	1,30
CEM II/A-S	+ 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
CEM 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

Notă:

- 1) Pentru valori intermediare se interpolează liniar.
- 2) În cazurile în care în cadrul încercărilor preliminare s-au efectuat determinări la 3 și 7 zile, sau se dispune de date obținute pe compoziții de beton la care s-a folosit același tip de ciment, criteriile de apreciere orientativă se vor stabili de laborator pe baza analizării rezultatelor înregistrate.

BIBLIOGRAFIE

Nr. crt.	Indicativ	Titlul reglementărilor
A	Reglementări privind executarea betoanelor	
1.	CP 012/1-2007	Normativ pentru producerea betonului și executarea lucrărilor din beton, beton armat și beton precomprimat – Partea 1: Producerea betonului
2.	NE 012/2 - 2010	Normativ pentru producerea betonului și executarea lucrărilor din beton, beton armat și beton precomprimat – Partea 2: Executarea lucrărilor din beton
3.	C 26-85	Normativ pentru încercarea betonului prin metode nedistructive (BC nr 8/85 și 2/87)
4.	C 54-81	Instrucțiuni tehnice pentru încercarea betonului cu ajutorul carotelor (BC nr 2/82)
5.	C 16-84	Normativ pentru realizarea pe timp frigos a lucrărilor de construcții și instalațiilor aferente (BC nr 6/86)
6.	H-lp-34-94	Instrucțiuni tehnice departamentale pentru răcirea betoanelor hidrotehnice masive (fost PE 714-83)
7.	P 59-86	Instrucțiuni tehnice pentru proiectarea și folosirea armării cu plase sudate a elementelor de beton (BC nr. 10/86)
8.	C 130-78	Instrucțiuni tehnice pentru aplicarea prin torcretare a mortarelor și betoanelor (BC nr 8/79)
9.	C 11-74	Instrucțiuni privind folosirea în construcții a panourilor din placaj pentru cofraje
10.	P 10-86	Normativ privind proiectarea și executarea fundațiilor directe
11.	C 122-89	Instrucțiuni tehnice pentru proiectarea și executarea lucrărilor de construcții din beton aparent cu parament natural (BC nr. 2/91)
12.	C 156-89	Îndrumător pentru aplicarea prevederilor STAS 6657/3/89. Elemente prefabricate din beton, beton armat și beton precomprimat. Procedee și dispozitive de verificare a caracteristicilor geometrice (BC nr 1/91)
13.	C 149-87	Instrucțiuni tehnice privind procedee de remediere a defectelor pentru elementele de beton și beton armat (BC nr. 5/87)
14.	I 35-129:98	Instrucțiuni cadru de urmărire în timp a agresivității apelor de suprafață și subterane asupra betoanelor construcțiilor hidroenergetice (SC ICEMENERG S.A. 1998)
15.	P 106:85	Instrucțiuni tehnice pentru proiectarea și executarea baretelor pentru fundarea construcțiilor
16.	II A8:1987	Betonarea pereților mulați (elaborat de TCH)
17.	II A9:1987	Ecrane etanșe din noroi autoîntăritor (elaborat de TCH)
18.	C 189-88	Instrucțiuni tehnice pentru utilizarea cenușilor de termo –centrală la prepararea betoanelor
19.	C 169-88	Normativ privind executarea și recepționarea lucrărilor de terasamente pentru fundarea construcțiilor civile și industriale
20.	C 170-87	Instrucțiuni privind protecția elementelor din beton armat și beton precomprimat supraterele situate în medii agresive naturale și industriale
21.		Caiet de sarcini pentru execuția lucrărilor subterane la amenajările hidroenergetice
22.	CD 13-81	Îndrumător pentru utilizarea cenușilor de termocentrală în betoane pentru

Nr. crt.	Indicativ	Titlul reglementărilor
		lucrări de construcții
23.	SR EN 450-1:2006	Cenușă zburătoare pentru beton. Partea 1: Definiții, condiții și criterii de conformitate
24.	C 215-88	Instrucțiuni tehnice pentru elemente de fundații din beton cu adaos de cenușă de centrale termoelectrice situate în terenuri cu agresivități naturale și industriale
25.	PE 713-90 reactualizat în 2005	Instrucțiuni tehnice departamentale pentru executarea betoanelor construcțiilor hidroenergetice
26.	C 238-92	Instrucțiuni tehnice provizorii privind realizarea betoanelor de clasă (Bc 60 – Bc 80) (BC nr. 1/93)
	Standarde de ciment	
27.	SR 3011:1996	Cimenturi cu căldură de hidratare limitată și cu rezistență la agresivitatea apelor cu conținut de sulfat
28.	SR EN 197-1:2011	Ciment. Partea 1: Compoziție, specificații și criterii de conformitate ale cimenturilor uzuale
29.	SR EN 197-1/A1: 2004	Ciment. Partea 1: Compoziție, specificații și criterii de conformitate ale cimenturilor uzuale. Amendament 1: Ciment Portland cu zgură cu căldură de hidratare redusă
30.	SR EN 197-2:2002	Ciment. Partea 2: Evaluarea conformității
31.	STAS 10383:75	Cimenturi. Determinarea mărcii prin metoda cu impuls ultrasonic
32.	SR EN 196-1:2006	Metode de încercări ale cimenturilor. Partea 1: Determinarea rezistențelor mecanice
33.	SR EN 196-2:2006	Metode de încercări ale cimenturilor. Partea 2: Analiza chimică a cimenturilor
34.	SR EN 196-3:2006	Metode de încercări ale cimenturilor. Partea 3: Determinarea timpului de priză și a stabilității
35.	SR EN 197-4:2004	Ciment. Compoziție, specificații și criterii de conformitate pentru cimenturi de furnal cu rezistență inițială mică
36.	SR EN 196-4:2006	Metode de încercări ale cimenturilor. Partea 4: Determinarea cantitativă a componentelor
37.	SR EN 196-5:2006	Metode de încercări ale cimenturilor. Partea 5: Încercarea de puzzolanicitate a cimenturilor puzzolanice
38.	SR EN 14216:2004	Ciment. Compoziție, specificații și criterii de conformitate ale cimenturilor speciale cu căldură de hidratare foarte scăzută
39.	SR EN 196-6:1994	Metode de încercări ale cimenturilor. Determinarea fineții
40.	SR EN 196-7:1995	Metode de încercări ale cimenturilor. Metode de prelevare și pregătire a probelor de ciment
41.	SR EN 196-21:1994	Metode de încercări ale cimenturilor. Determinarea conținutului în floruri, dioxid de carbon și alcalii din cimenturi
42.	SR EN 196-8:2004	Metode de încercări ale cimenturilor. Partea 8: Căldura de hidratare. Metoda prin dizolvare
43.	SP6-1995	Cimenturi hidrotehnice aditivate
	Standarde de agregate	
44.	SR EN 12620+A1: 2008	Agregate pentru beton
45.	STAS 4606-80	Agregate naturale grele pentru betoane și mortare cu lianți minerali. Metode

Nr. crt.	Indicativ	Titlul reglementărilor
		de încercare
46.	SR EN 932-3:1998	Încercări pentru determinarea caracteristicilor generale ale agregatelor. Partea 3: Procedură și terminologie pentru descriere petrografică simplificată
47.	SR EN 932-3:1998/A1:2004	Încercări pentru determinarea caracteristicilor generale ale agregatelor. Partea 3: Procedură și terminologie pentru descriere petrografică simplificată
48.	SR EN 932-3:1998/C1:1999	Încercări pentru determinarea caracteristicilor generale ale agregatelor. Partea 3: Procedură și terminologie pentru descriere petrografică simplificată
49.	SR EN 932-5:2001	Încercări pentru determinarea caracteristicilor generale ale agregatelor. Partea 5: Aparatură curentă și calibrare
50.	SR EN 933-1:2002	Încercări pentru determinarea caracteristicilor generale ale agregatelor. Partea 1: Determinarea granulozității. Analiza granulometrică prin cernere
51.	SR EN 933-3:2002	Încercări pentru determinarea caracteristicilor generale ale agregatelor. Partea 3: Determinarea formei granulelor. Coeficient de aplatizare
52.	SR EN 933-4:2002	Încercări pentru determinarea caracteristicilor generale ale agregatelor. Partea 4: Determinarea formei particulelor. Coeficient de formă
53.	SR EN 933-8:2002	Încercări pentru determinarea caracteristicilor generale ale agregatelor. Partea 8: Aprecierea fineții. Echivalent de nisip
54.	SR EN 933-9:2001	Încercări pentru determinarea caracteristicilor generale ale agregatelor. Partea 9: Încercare cu albastru de metilen
55.	SR EN 933-10:2001	Încercări pentru determinarea caracteristicilor geometrice ale agregatelor. Partea 10: Aprecierea fineții. Determinarea granulației filerului (cernere în curent de aer)
56.	EN 1097-1:1998	Încercări pentru determinarea caracteristicilor mecanice și fizice ale agregatelor. Partea 1: Determinarea rezistenței la uzură (microDeval)
57.	EN 1097-2:2002	Încercări pentru determinarea caracteristicilor mecanice și fizice ale agregatelor. Partea 2: Metode pentru determinarea rezistenței la fragmentare
58.	SR EN 1097-3:2002	Încercări pentru determinarea caracteristicilor mecanice și fizice ale agregatelor. Partea 3: Metodă pentru determinarea masei volumice în vrac și a porozității intergranulare
59.	SR EN 1097-6:2002	Încercări pentru determinarea caracteristicilor mecanice și fizice ale agregatelor. Partea 6: Determinarea masei volumice reale și a coeficientului de absorbție al apei
60.	EN 1097-8:2002	Încercări pentru determinarea caracteristicilor mecanice și fizice ale agregatelor. Partea 8: Determinarea coeficientului de șlefuire accelerată
61.	SR EN 1367-1:2002	Încercări pentru determinarea caracteristicilor termice și de alterabilitate ale agregatelor. Partea 1: Determinarea rezistenței la îngheț-dezgeț
62.	SR EN 1367-2:2002	Încercări pentru determinarea caracteristicilor termice și de alterabilitate ale agregatelor. Partea 2: Încercare cu sulfat de magneziu
63.	SR EN 1367-4:2002	Încercări pentru determinarea caracteristicilor termice și de alterabilitate ale agregatelor. Partea 4: Determinarea micșorării după uscare
64.	SR EN 1744-1:2004	Încercări pentru determinarea proprietăților chimice ale agregatelor. Partea 1: Analiză chimică
65.	SR ISO 565:1997	Site de cernere. Țesături metalice, table metalice perforate și folii electroperforate. Dimensiuni nominale ale ochiurilor
66.	SR 667-2001	Agregate și piatră prelucrată pentru drumuri. Condiții tehnice de calitate

Nr. crt.	Indicativ	Titlul reglementărilor
67.	SR ISO 3310-1:2000	Site pentru cernere. Condiții tehnice și verificări. Partea 1: Site pentru cernere de țesături metalice
68.	SR ISO 3310-2:2000	Site pentru cernere. Condiții tehnice și verificări. Partea 2: Site pentru cernere de table metalice perforate
	Standarde de apă	
69.	SR EN 1008-2003	Apa de preparare pentru beton. Specificații pentru prelevare, încercare și evaluare a aptitudinii de utilizare a apei, inclusiv apelor recuperate din procese ale industriei de beton, ca apă de preparare pentru beton
70.	SR ISO 7150-1: 2001	Calitatea apei. Determinarea conținutului de amoniu. Partea 1: Metoda spectrometrică manuală
71.	SR ISO 7150-2: 2001	Calitatea apei. Determinarea conținutului de amoniu. Partea 2: Metoda spectrometrică automată
72.	SR ISO 7980:2002	Calitatea apei. Determinarea conținutului de calciu și magneziu. Metoda prin spectrometrie de absorbție atomică
	Standarde de aditivi	
73.	SR EN 934-2:2003	Aditivi pentru beton, mortar și pastă. Partea 2: Aditivi pentru beton. Definiții, condiții, conformitate, marcare și etichetare.
74.	SR EN 934-6:2005	Aditivi pentru beton, mortar și pastă. Partea 6: Eșantionare, control și evaluare a conformității
	Standarde pentru betoane	
75.	SR EN 206-1:2002	Beton. Partea1: Specificație, performanță, producție și conformitate
76.	SR EN 206-1:2002/ A1: 2005	Beton. Partea1: Specificație, performanță, producție și conformitate
75.	SR 13510:2006	Beton. Partea1: Specificație, performanță, producție și conformitate. Document național de aplicare a SR EN 206-1
78.	STAS 3349/1-83	Betoane de ciment. Prescripții pentru stabilirea gradului de agresivitate a apei
79.	STAS 3349/2-83	Betoane de ciment. Prescripții pentru stabilirea agresivității apei față de betoanele construcțiilor hidroenergetice
80.	SR 5440-2009	Betoane de ciment. Verificarea reacției alcalii-agregate
81.	STAS 6102-86	Betoane pentru construcții hidrotehnice. Clasificare și condiții tehnice de calitate
82.	SR EN 12350-1:2003	Încercare pe beton proaspăt. Partea 1: Eșantionare
83.	SR EN 12350-2:2003	Încercare pe beton proaspăt. Partea 2: Încercare de tasare
84.	SR EN 12350-3:2003	Încercare pe beton proaspăt. Partea 3: Încercare Vebe
85.	SR EN 12350-4:2002	Încercare pe beton proaspăt. Partea 4: Grad de compactare
86.	SR EN 12350-5:2002	Încercare pe beton proaspăt. Partea 5: Încercare cu masa de răspândire
87.	SR EN 12350-6:2005	Încercare pe beton proaspăt. Partea 6: Densitate
88.	SR EN 12350-7:2003	Încercare pe beton proaspăt. Partea 7: Conținut de aer. Metode prin presiune
89.	SR EN 12390-1:2002	Încercare pe beton întărit. Partea 1: Formă, dimensiuni și alte condiții pentru epruvete și tipare
90.	SR EN 12390-2:2009	Încercare pe beton întărit. Partea 2: Pregătirea și conservarea epruvetelor pentru încercări de rezistență
91.	SR EN 12390-3:2009	Încercare pe beton întărit. Partea 3: Rezistența la compresiune a epruvetelor
92.	SR EN 12390-4:2002	Încercare pe beton întărit. Partea 4: Rezistența la compresiune. Caracteristicile mașinilor de încercare

Nr. crt.	Indicativ	Titlul reglementărilor
93.	SR EN 12390-5:2009	Încercare pe beton întărit. Partea 5: Rezistența la încovoiere a epruvetelor
94.	SR EN 12390-6:2010	Încercare pe beton întărit. Partea 6: Rezistența la întindere prin despicare a epruvetelor
95.	SR EN 12390-7:2009	Încercare pe beton întărit. Partea 7: Densitatea betonului întărit
96.	SR EN 12390-8:2009	Încercare pe beton întărit. Partea 8: Adâncimea de pătrundere a apei sub presiune
97.	SR 3518-2009	Încercări de laborator ale betoanelor. Determinarea rezistenței la îngheț-dezgheț (gelivitate)
98.	STAS 2833-80	Încercări pe betoane. Determinarea contracției axiale a betonului întărit
99.	STAS 5585-71	Încercări pe betoane. Determinarea modulului de elasticitate static la compresiune al betonului
100.	STAS 6652/1-82	Încercări nedistructive ale betonului. Clasificare și indicații generale
101.	STAS 5511-89	Încercări pe betoane. Determinarea aderenței beton-armătură
102.	STAS 1799-88	Construcții de beton, beton armat și beton precomprimat. Tipul și frecvența verificării calității materialelor și betoanelor destinate executării lucrărilor de construcții din beton, beton armat și beton precomprimat
103.	STAS 6657/1-89	Elemente prefabricate de beton. Beton armat și beton precomprimat. Condiții tehnice de calitate
104.	STAS 6657/2-89	Elemente prefabricate de beton. Beton armat și beton precomprimat. Controlul static al caracteristicilor geometrice
105.	STAS 7721-90	Tipare metalice pentru elemente prefabricate de beton, beton armat și beton precomprimat. Condiții tehnice de calitate
106.	STAS 4273-83	Construcții hidrotehnice. Încadrare în clase de importanță
107.	STAS 9824/6-85	Măsurători terestre. Trasarea pe teren a construcțiilor hidroenergetice
108.	STAS 6054-77	Teren de fundare. Adâncimi maxime de îngheț. Zonarea teritoriului românesc
109.	STAS 10107/0-90	Calculul elementelor de beton, beton armat și beton precomprimat
110.	STAS 10265/1-84	Toleranțe în construcții, toleranțe la suprafețele de beton armat
	Standarde pentru oțel-beton	
111.	SR 438/3-98	Produse din oțel pentru armarea betonului
112.	ST 009-2005	Specificații privind cerințe și criterii de performanță pentru armături
B	Standarde pentru ecrane de etanșare	
113.	STAS 9305:81	Bentonită activată pentru fluide de foraj
114.	STAS 1544:2003	Ciment pentru sonde tip S1
115.	STAS 9484/18:92	Produse miniere silico-aluminoase. Metode de încercări fizice și mecanice. Determinarea vâscozității, suspensiei, gelației și tensiunii dinamice de forfecare
116.	STAS 9484/21:74	Produse miniere silico-aluminoase. Metode de încercări fizice și mecanice. Determinarea granulației
117.	STAS 9484/22:82	Produse miniere silico-aluminoase. Metode de încercări fizice și mecanice. Determinarea conținutului de nisip liber
118.	STAS 2640:82	Bentonită brută (bulgări) pentru fabricarea fluidelor de foraj