

CAIETE DE SARCINI

BETOANE DE CIMENT

OBIECT SI DOMENIU DE APLICARE

Prezentul caiet de sarcini contine conditiile tehnice, de calitate si de executie pe care trebuie sa le indeplineasca betoanele de ciment puse in opera.



PREVEDERI GENERALE

Antreprenorul este obligat sa asigure masurile organizatorice si tehnologice corespunzatoare pentru respectarea stricta a prevederilor prezentului caiet de sarcini.

Antreprenorul va asigura prin laboratoarele sale sau prin colaborare cu un laborator autorizat efectuarea tuturor incercarilor si determinarilor rezultate din aplicarea prezentului caiet de sarcini.

De asemenea, este obligat sa efectueze la cererea beneficiarului, verificari suplimentare fata de prevederile prezentului caiet de sarcini.

In cazul in care se constata abateri de la prezentul caiet de sarcini, beneficiarul va dispune intreruperea executiei lucrarilor si luarea masurilor care se impun.

CLASIFICARE

Clasele de expunere in functie de actiunile datorate mediului inconjurator

Actiunile datorate mediului inconjurator sunt clasificate in clase de expunere si sunt prezentate in tabelul 1. Exemplele sunt indicate cu titlul informativ.

Betonul poate fi supus la mai multe din actiunile descrise in tabelul 1, in acest caz, conditiile de mediu inconjurator la care el este supus, trebuie sa fie exprimate sub forma de combinatii de clase de expunere.

Tabel 1

Denumirea clasei	Denumirea mediului inconjurator	Exemple informative ilustrand alegerea claselor de expunere
1. Nici un risc de coroziune sau atac		
X0	Beton simplu și fără piese metalice înglobate. Toate expunerile, cu excepția cazurilor de îngheț-dezgheț, de abraziune și de atac chimic	Beton de umplură / egalizare
2. Coroziunea datorată carbonării		
Când betonul care conține armături sau piese metalice înglobate, este expus la aer și umiditate, expunerea trebuie clasificată în modul următor : NOTĂ – Condițiile de umiditate luate in considerare sunt cele din betonul ce acoperă armăturile sau piesele metalice înglobate, dar în numeroase cazuri, această umiditate poate fi considerată că reflectă umiditatea ambiantă. În acest caz, o clasificare fondată pe diferite medii ambiante poate fi acceptabilă. Situația nu poate fi aceeași dacă există o barieră între beton și mediul său inconjurător (acoperirea betonului cu un material de protecție).		



XC1	Uscat sau permanent umed	Beton în interiorul clădirilor unde gradul de umiditate a mediului ambiant este redus (inclusiv bucătăriile, băile și spălătoriile clădirilor de locuit) Beton imersat permanent în apă
XC2	Umed, rareori uscat	Suprafețe de beton în contact cu apa pe termen lung (de exemplu elemente ale rezervoarelor de apă) Un mare număr de fundații
XC4	Alternanță umiditate - uscare	Suprafețe supuse contactului cu apa, dar care nu intră în clasa de expunere XC2 (elemente exterioare expuse intemperiilor)

3. Coroziunea datorată clorurilor având altă origine decât cea marină

Când betonul care conține armături sau piese metalice înglobate, este în contact cu apa având altă origine decât cea marină, conținând cloruri, inclusiv din sărurile pentru dezghețare, clasele de expunere sunt după cum urmează:

NOTĂ - În ce privește condițiile de umiditate, a se vedea de asemenea secțiunea 2 din acest tabel.

XD1	Umiditate moderată	Suprafețe de beton expuse la cloruri transportate de curenți de aer (de exemplu suprafețele expuse agenților de dezghețare de pe suprafața carosabilă, pulverizați și transportați de curenții de aer, la garaje, etc.)
XD2	Umed, rar uscat	Piscine, rezervoare Beton expus apelor industriale conținând cloruri
XD3	Alternanță umiditate - uscare	Elemente ale podurilor, ziduri de sprijin, expuse stropirii apei conținând cloruri Șosele, dalele parcajelor de staționare a vehiculelor

4. Coroziunea datorată clorurilor din apa de mare

Când betonul care conține armături sau piese metalice înglobate, este pus în contact cu cloruri din apa de mare, sau acțiunii aerului ce vehiculează săruri marine, clasele de expunere sunt următoarele:

XS1	Expunere la aerul ce vehiculează săruri marine, însă nu sunt în contact direct cu apa de mare	Structuri pe sau în apropierea litoralului (agresivitatea atmosferică marină acționează asupra construcțiilor din beton, beton armat pe o distanță de circa 5 km de țărm)
XS2	Imersate în permanență	Elemente de structuri marine
XS3	Zone de amaraj, zone supuse stropirii sau ceței	Elemente de structuri marine

5. Atac din îngheț-dezgheț cu sau fără agenți de dezghețare

Când betonul este supus la un atac semnificativ datorat ciclurilor de îngheț-dezgheț, atunci când este umed, clasele de expunere sunt următoarele:

XF1	Saturație moderată cu apă fără agenți de dezghețare	Suprafețe verticale ale betonului expuse la ploaie și la îngheț
XF2	Saturație moderată cu apă, cu agenți de dezghețare	Suprafețe verticale ale betonului din lucrări rutiere expuse la îngheț și curenților de aer ce vehiculează agenți de dezghețare
XF3	Saturație puternică cu	Suprafețe orizontale ale betonului expuse la ploaie

	apă, fără agenți de dezghețare	și la îngheț
XF4	Saturație puternică cu apă, cu agenți de dezghețare sau apă de mare	Șosele și tabliere de pod expuse la agenți de dezghețare Suprafețele verticale ale betonului expuse la îngheț și supuse direct stropirii cu agenți de dezghețare Zonele structurilor marine expuse la îngheț și supuse stropirii cu agenți de dezghețare

6. Atac chimic

Când betonul este expus la atac chimic, care survine din soluri naturale, ape de suprafață și ape subterane, clasificarea se face după cum se indică în tabelul 2. Clasificarea apelor de mare depinde de localizarea geografică, în consecință se aplică clasificarea valabilă pe locul de utilizare a betonului

NOTĂ:Un studiu special, poate fi necesar pentru determinarea clasei de expunere adecvate în medii înconjurătoare, în situațiile următoare:

- nu se încadrează în limitele din tabelul 2;
- conține alte substanțe chimice agresive;
- sol sau apă poluată chimic;
- prezintă o viteză ridicată a apei de scurgere, în combinație cu anumite substanțe chimice din tabelul 2.

XA1	Mediu înconjurător cu agresivitate chimică slabă, conform tabelului 2	
XA2	Mediu înconjurător cu agresivitate chimică moderată, conform tabelului 2	
XA3	Mediu înconjurător cu agresivitate chimică intensă, conform tabelului 2	

7. Solicitarea mecanică a betonului prin uzură

Dacă betonul este supus unor solicitări mecanice care produc uzura acestuia, atunci acest tip de expunere poate fi clasificat după cum urmează:

XM1	Solicitare moderată de uzură	Elemente din incinte industriale supuse la circulația vehiculelor echipate cu anvelope
XM2	Solicitare intensă de uzură	Elemente din incinte industriale supuse la circulația stivuitoarelor echipate cu anvelope sau bandaje de cauciuc
XM3	Solicitare foarte intensă de uzură	Elemente din incinte industriale supuse la circulația stivuitoarelor echipate cu bandaje de elastomeri / metalice sau mașini cu șenile

NOTA

•Pentru caracterizarea expunerii betonului este necesară în general combinarea mai multor clase de expunere. În tabelul 1a se prezintă exemple de astfel de combinații.

Beton proaspăt

Clase de consistență

În funcție de tasare betoanele se clasifică conform tabelului 3.

Tabel 3

Clasa	Tasarea, mm
S1	de la 10 până la 40
S2	de la 50 până la 90
S3	de la 100 până la 150
S4	de la 160 până la 210
S5 ¹⁾	≥ 220

Clase în funcție de dimensiunea maximă a agregatelor

Când betonul este clasificat după dimensiunea maximă a agregatelor, clasificarea trebuie să se facă plecând de la dimensiunea nominală maximă a agregatului grosier prezent în beton (D_{max}), conform SR EN 12620.

Mortarele pot avea dimensiunea maximă de 1, 2 și 4 mm.

Betoanele au dimensiunea maximă de 8, 16, 22, 32 și 63 mm.

Beton întărit

Clase de rezistență la compresiune

În funcție de clasa betonului rezistența la compresiune a betonului are următoarele valori. Valoarea $f_{ck,cil}$ este rezistența caracteristică cerută la 28 zile, măsurată pe cilindri de 150 mm diametru și 300 mm înălțime, și valoarea $f_{ck,cub}$ este rezistența caracteristică cerută la 28 zile, măsurată pe cuburi de 150 mm latura.

Tabel 4

Clasele de rezistență la compresiune	Rezistența caracteristică minimă pe cilindri $f_{ck,cil}$ N/mm ²	Rezistența caracteristică minimă pe cuburi $f_{ck,cub}$ N/mm ²
C8/10	8	10
C12/15	12	15
C16/20	16	20
C20/25	20	25
C25/30	25	30
C30/37	30	37
C35/45	35	45
C40/50	40	50
C45/55	45	55
C50/60	50	60
C55/67	55	67
C60/75	60	75
C70/85	70	85
C80/95	80	95
C90/105	90	105
C100/115	100	115

CERINȚE PENTRU BETON ȘI METODE DE VERIFICARE

Cerințe de bază pentru materiale componente

Generalitati

Materialele componente nu trebuie să conțină substanțe nocive în cantități care pot avea un efect dăunător asupra durabilității betonului sau provoacă coroziunea armăturilor, ele trebuie să fie apte pentru utilizarea preconizată a betonului.

În betonul conform cu SR EN 206-1 trebuie să se utilizeze numai materiale componente cu aptitudinea de utilizare stabilită pentru cerințele specificate.

NOTĂ

Pentru produsele speciale utilizate drept componente în betonul conform SR EN 206-1, care nu sunt acoperite de standarde europene, sau când un standard european existent nu tratează aceste produse speciale, sau când un anumit component diferă semnificativ de standardul european, aptitudinea de utilizare poate fi stabilită prin:

- *agrement tehnic european care se referă în special la utilizarea materialului component în beton în conformitate cu SR EN 206-1;*
- *prevederi în vigoare la locul unde betonul este utilizat (standarde / acorduri naționale corespondente), referitoare la utilizarea materialului component în beton în conformitate cu SR EN 206-1.*

Cimenturi

Tipurile de ciment care se pot utiliza pentru prepararea betonului sunt precizate în SR EN 197-1.

NOTA

• Pentru alte cimenturi care nu sunt cuprinse în SR EN 197-1, aptitudinea generală de utilizare trebuie să se facă pe baza prevederilor altor standarde europene de cimenturi în vigoare, a standardelor naționale SR 3011, SR 7055, SR 10092, elaborate având în vedere principii și proceduri recunoscute care sunt în conformitate cu standardul SR EN 206-1. Pentru toate cimenturile pentru care nu există experiență de utilizare în betoane în țară, folosirea acestora se va face numai pe baza unor rezultate ale cercetărilor experimentale prin care să se demonstreze comportarea betoanelor la diferite tipuri de solicitări fizico-mecanice și de mediu.

Agregate

Aptitudinea generală de utilizare este stabilită pentru:

- *aggregate de masă volumică normală și aggregate grele conform SR EN 12620;*
- *aggregate ușoare conform SR EN 13055-1;*

NOTA

- *Utilizarea agregatelor din beton reciclat se face în conformitate cu SR EN 13242.*

Apa de amestec

Aptitudinea generală de utilizare este stabilită pentru apa de amestec și apele de spălare recuperate de la producția betonului, conform SR EN 1008.

Aditivi

Aptitudinea generală este stabilită pentru aditivi conform SR EN 934-2.

NOTA

•Compatibilitatea aditivilor cu cimenturile utilizate trebuie verificată prin încercări preliminare.

Adaosuri (inclusiv fibre minerale si pigmenti)

Adaosul este un material mineral fin utilizat in beton pentru imbunatatirea unor proprietati sau pentru a-i conferi proprietati speciale.

Aptitudinea generală de utilizare ca adaos de tip I (adaosuri considerate practic inerte) este stabilită pentru:

- filere conform SR EN 12620;
- pigmenți conform SR EN 12878.

Aptitudinea generală de utilizare ca adaosuri de tip II (adaosuri puzzolanice sau hidraulic lente) este stabilită pentru:

- cenuși volante conform SR EN 450;
- silicea ultrafină conform SR EN 13263.

Cerințe de bază pentru compoziția betonului

Generalitati

Compoziția betonului și materialele componente cu proprietăți specificate sau cu compoziția prescrisă trebuie să fie alese (a se vedea capitolul 6.1 din normativul NE 012-1) astfel încât să satisfacă cerințele specificate pentru betonul proaspăt și întărit, inclusiv consistența, masa volumică, rezistența, durabilitatea protecția contra coroziunii a pieselor din oțel înglobate, ținând seama de procedeele de producție și metoda prin care se intenționează să se execute lucrările de beton.

Când acestea nu sunt precizate în specificație, producătorul trebuie să selecționeze tipurile și clasele de materiale componente dintre cele a căror aptitudine de utilizare este stabilită pentru condițiile de mediu specifice.

NOTA 1

•Dacă nu există prescripții contrare, compoziția betonului trebuie stabilită astfel încât să se reducă la minimum fenomenele de segregare și se separare a apei din betonul proaspăt.

Pentru betonul de compoziție specificată într-un standard, specificarea compoziției este limitată la:

- agregatele naturale de masă volumică normală;
- adaosurile în pulbere cu condiția ca acestea să nu fie luate în considerație la calculul dozajului în ciment și al raportului apă / ciment;
- dozajul minim de ciment, în conformitate cu tabelele F.1.1 și F.1.2 (anexa F din NE 012-1);
- tipul cimentului, în conformitate cu tabelele F.2.1, F.2.2, F.2.3 și F.2.4 (anexa F din NE 012-1);
- aditivi, cu excepția aditivilor antrenori de aer;
- compozițiile ce îndeplinesc criteriile pentru efectuarea încercărilor inițiale descrise la A.5 din anexa A din NE 012-1.

•Valorile limită recomandate pentru compoziția și proprietățile betonului pentru clasele de expunere X0, XC, XD și XS

Tabel F.1.1

	Clasele de expunere										
	Nici un risc de coroziune sau atac chimic	Coroziune indusa prin carbonatare				Coroziune datorata clorurilor					
		$X0^{a)}$	XC1	XC2	XC3	XC4	Cloruri din alte surse decat apa de mare			Cloruri din apa de mare	
						XD1	XD2	XD3	XS1	XS2	XS3
Raport maxim apa / ciment	-	0,65	0,60	0,60	0,50	0,55	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45
Clasa minima de rezistenta	C8/10	C16/20	C16/20	C20/25	C25/30	C30/37	C35/45	C35/45	C30/37	C35/45	C35/45
Dozaj minim de ciment (kg/m^3)	-	260	260	280	300	300	320 ^b	320 ^b	300	320 _b	320 _b
Conținut minim de aer antrenat (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Alte condiții	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

^{a)}Pentru beton fără armătură sau piese metalice înglobate.

^{b)}La turnarea elementelor masive se recomandă cimenturile cu căldură redusă de hidratare. Pentru elemente masive (grosimea elementelor mai mare de 80 cm) trebuie să se adopte un dozaj de ciment de 300 kg/m^3 .

•Valorile limită recomandate pentru compoziția și proprietățile betonului pentru clasele de expunere XF, XA și XM

Tabel F.1.2

	Clasele de expunere													
	Atac îngheț-dezgheț						Atac chimic			Atac mecanic				
	XF1	XF2		XF3		XF4	XA1	XA2 ^c	XA3 ^c	XM1	XM2		XM3	
Raport maxim apa / ciment	0,50	0,55 _a	0,50	0,55 _a	0,50	0,50 _a	0,55	0,50	0,45	0,55	0,55	0,45	0,45	
Clasa minima de rezistenta	C25/20	C25/30	C35/45	C25/30	C35/45	C30/37	C25/30	C35/45	C35/45	C30/37	C30/37	C35/45	C35/45	
Dozaj minim de ciment (kg/m^3)	300	300	320	300	320	340	300	320	360	300	300	320	320	
Conținut minim de aer antrenat (%)	-	a	-	a	-	a	-	-	-	-	-	-	-	
Alte condiții	Agregate rezistente la îngheț - dezgheț conform SR EN 12620						d	Ciment rezistent la sulfați			Tratarea suprafeței betonului b			

^{a)}Conținutul de aer antrenat se stabilește în funcție de dimensiunea maximă a granulei în conformitate cu pct.5.4.3 din NE 012-1. Dacă betonul nu conține aer antrenat cu intenție,

atunci performanța betonului trebuie să fie măsurată conform unei metode de încercări adecvate, în comparație cu un beton pentru care a fost stabilită rezistența la îngheț-dezghet pentru clasa de expunere corespunzătoare.

b) De exemplu tratare prin vacuumare.

c) Când prezența de SO_4^{2-} conduce la o clasă de expunere XA2 și XA3 este esențial să fie utilizat un ciment rezistent la sulfați. Dacă cimentul este clasificat după rezistența la sulfați, trebuie utilizate cimenturi cu o rezistență moderată sau ridicată la sulfați pentru clasa de expunere XA2 (și clasa de expunere XA1 este aplicabilă) și trebuie utilizat un ciment având o rezistență ridicată la sulfați pentru clasa de expunere XA3.

d) În cazul expunerii în zonele marine se vor utiliza cimenturi rezistente la acțiunea apei de mare.

• Domenii de utilizare pentru cimenturi conform standardelor SR EN 197-1, SR 3011, STAS 10092, SR 7055 și SR EN 206-1

Tabel F.2.1

Tip ciment			Clasele de expunere											
			Nici un risc de coroziune sau atac chimic	Coroziune indusă prin carbonatare				Coroziune datorată clorurilor						
				XO	XC1	XC2	XC3	XC4	Cloruri din alte surse decât apa de mare			Cloruri din apa de mare		
								XD1	XD2	XD3	XS1	XS2	XS3	
CEM I, SR I, CD 40, I A 52,5c			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
CEM II	A/B	S	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	H II A	S	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	A/B	V	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	A	LL	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	B		X	X	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
	A	L	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	B		X	X	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
	A	M	Se utilizează în conformitate cu prevederile tabelelor F.2.2 și F.2.4											
B	Se utilizează în conformitate cu prevederile tabelelor F.2.2 și F.2.4													
CEM III	A		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Tabel F.2.1 (continuare)

Tip ciment			Clasele de expunere										
			Atac îngheț-dezghet				Atac chimic			Atac mecanic			
			XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2 ^c	XA3 ^c	XM1	XM2	XM3	
CEM I, SR I, CD 40, I A 52,5c*			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
CEM II	A/B	S	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	H II A	S	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

	A	V	X	O	X	O	X	X	X	X	X	X
	B		X	O	O	O	X	X	X	X	X	X
	A	LL	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	B		O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
	A	L	O	O	O	O	X	X	X	X	X	X
	B		O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
	A	M	Se utilizează în conformitate cu prevederile tabelelor F.2.2 și F.2.4									
	B		Se utilizează în conformitate cu prevederile tabelelor F.2.2 și F.2.4									
CEM III	A		X	X	X	X ^b	X	X	X	X	X	X

X Se poate aplica.

O Nu se aplică.

*) Ciment alb

a) Prezentul tabel prezintă domeniile de utilizare a unor cimenturi fabricate în conformitate cu SR EN 197-1 și standardele naționale. Condițiile de utilizare a cimenturilor sunt formulate la punctul 5.1.2 din NE 012-1.

b) Se utilizează CEM III având clasa de rezistență $\geq 42,5$ sau $\geq 32,5$ cu zgură în cantitate ≤ 50 % din masă, în cazul demonstrării comportării corespunzătoare la acțiunile de îngheț-dezgheț și agenți de dezghețare sau apa de mare.

c) Când prezența de SO_4^{2-} conduce la o clasă de expunere XA2 și XA3 este esențial să fie utilizat un ciment rezistent la sulfați. Dacă cimentul este clasificat după rezistența la sulfați, trebuie utilizate cimenturi cu o rezistență moderată sau ridicată la sulfați pentru clasa de expunere XA2 (și clasa de expunere XA1 este aplicabilă) și trebuie utilizat un ciment având o rezistență ridicată la sulfați pentru clasa de expunere XA3.

• Domenii de utilizare pentru cimentul de tip II M conform standardelor cu SR EN 197-1 și SR EN 206-1

Tabel F.2.2

Tip ciment		Clasele de expunere											
		Nici un risc de coroziune sau atac chimic	Coroziune indusă prin carbonatare				Coroziune datorată clorurilor						
			XO	XC1	XC2	XC3	XC4	Cloruri din alte surse decât apa de mare			Cloruri din apa de mare		
XD1	XD2	XD3						XS1	XS2	XS3			
CEM II M	A	S-D; S-T S-LL; D-T D-LL; T-LL	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		S-P; S-V; D-P D-V; P-V; P-T P-LL; V-T; V-LL	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	B	S-D; S-T; D-T	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		S-P; D-P; P-T	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

	S-V; D-V; P-V; V-T	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	S-LL; D-LL; P-LL; V-LL; T-LL	X	X	X	O	O	O	O	O	O	O	O	O

Tabel F.2.2 (continuare)

Tip ciment			Clasele de expunere										
			Atac îngheț-dezghet				Atac chimic		Atac mecanic				
			XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2 ^a	XA3 ^a	XM1	XM2	XM3	
CEM II M	A	S-D; S-T S-LL; D-T D-LL; T-LL	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		S-P; S-V; D-P D-V; P-V; P-T P-LL; V-T; V-LL	X	O	X	O	X	X	X	X	X	X	X
	B	S-D; S-T; D-T	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		S-P; D-P; P-T	X	O	X	O	X	X	X	X	X	X	X
		S-V; D-V; P-V; V-T	X	O	O	O	X	X	X	X	X	X	X
		S-LL; D-LL; P-LL; V-LL; T-LL	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O

X Se poate aplica.

O Nu se aplică.

^{a)}Când prezența de SO₄²⁻ conduce la o clasă de expunere XA2 și XA3 este esențial să fie utilizat un ciment rezistent la sulfați. Dacă cimentul este clasificat după rezistența la sulfați, trebuie utilizate cimente cu o rezistență moderată sau ridicată la sulfați pentru clasa de expunere XA2 (și clasa de expunere XA1 este aplicabilă) și trebuie utilizat un ciment având o rezistență ridicată la sulfați pentru clasa de expunere XA3.

•Exemple de utilizare a unor tipuri de cimente pentru diferite combinații de clase de expunere

Tabel F.2.3

Component / Construcție	Clase de expunere relevante pentru proiectare	CEM I	SR I	CD 40	I A 52,5c	CEM II				CEM III
						S T D A-LL H II AS	V ² A-L ³ P/Q	B-LL B-L	A-M B-M	A
Beton simplu (nearmat)	X0	X	X	X	X	X	X	X	Se utilizează în conformitate	X
Elemente protejate împotriva înghețului (în interior sau în apă)	XC1, XC2, XC3, XC4	X	X	X	X	X	X	X ⁵		X
Elemente exterioare	XC, XF1	X	X	X	X	X	X	O		X

Construcții hidrotehnice	XC, XF3	X	X	X	X	X	X	O	ate cu pre ved eril e tab elul ui F.2 .4	X
Elemente exterioare supuse la îngheț-dezgheț și agenți de dezghețare	XC, XD, XF2, XF4	X	X	X	X	X	O	O		X ¹
Structuri marine	XC, XS, XF2, XF4	X	X	X	X	X	O	O		X ¹
Atac chimic ⁴	XA	X	X	X	X	X	X	O		X
Zone cu trafic	XF4, XM	X	X	X	X	X	O	O		X ¹
Abraziune fără îngheț-dezgheț	XM	X	X	X	X	X	X	O		X
¹) Pentru expunere în clasa XF4: se va utiliza, în cazul demonstrării comportării corespunzătoare a betonului aflat supus acțiunilor de îngheț-dezgheț și agenți de dezghețare sau apa de mare, numai CEM III/ A cu clasa de rezistență $\geq 42,5$ sau $\geq 32,5$ R cu zgură în cantitate ≤ 50 % din masă. ²) CEM II/B-V nu se va utiliza pentru clasa de expunere XF3. ³) Nu se utilizează pentru clasele de expunere XF1 și XF3. ⁴) În caz de atac chimic sulfatic peste clasa de expunere XA1 este obligatorie utilizarea cimenturilor rezistente la sulfați. ⁵) Nu se utilizează pentru clasele de expunere XC3 și XC4.										

NOTA 3

Tipurile și clasele de materiale componente se stabilesc având în vedere condițiile locale de mediu.

Alegerea cimentului

Cimentul trebuie ales dintre cele a căror aptitudine de utilizare este stabilită, luând în considerare:

- *tehnologia de executare a lucrării;*
- *utilizarea finală a betonului;*
- *condițiile de tratare (de exemplu tratament termic);*
- *dimensiunile structurii (dezvoltarea căldurii de hidratare);*
- *agresiunile mediului înconjurător la care este expusă structura (a se vedea 4.1);*
- *reactivitatea potențială a agregatelor față de alcaliile din materiale componente.*

NOTĂ

Anexa L (informativă) din NE 012-1 prezintă recomandări generale pentru alegerea unui anumit tip de ciment functie de temperatura la punere in opera a betonului.

Utilizarea agregatelor

Curbele granulometrice recomandate pentru prepararea betonului sunt prezentate în figurile K.1, K.2, K.3, K.4, K.5 din anexa K a normativului NE 012-1 pentru diferite dimensiuni nominale maxime ale agregatelor 0/8, 0/16, 0/22, 0/32 și 0/64 mm.

Compoziția granulometrică a agregatelor care se utilizează la prepararea betoanelor este descrisă prin procentul de volum al agregatului trecut prin sitele cu ochiuri pătrate cu dimensiuni de 0,125 mm, 0,25 mm, 0,5 mm, 1 mm, 2 mm, 4 mm, 8 mm, 16 mm, 22 mm respectiv 32 mm și 63 mm.

Compozițiile granulometrice ale agregatelor individuale sau compuse sunt determinate având în vedere SR EN 933-1 pe site conform SR ISO 3310.

Generalități

Tipul, dimensiunile și categoriile de agregate privind de exemplu, aplatizarea, rezistența la îngheț-dezghet, abraziunea, rezistența, conținutul de fin, etc. trebuie să fie selecționate ținând seama de:

- execuția lucrării;
- utilizarea finală a betonului;
- cerințele de mediu înconjurător la care va fi supus betonul;
- toate cerințele pentru agregatele aparente sau agregatele pentru betonul decorativ.

Dimensiunea maximă nominală superioară a agregatului (D_{max}) trebuie selecționată ținând seama de grosimea acoperirii cu beton a armăturilor și dimensiunea minimă a secțiunii elementelor.

Balast

Balastul conform SR EN 12620 nu trebuie utilizat decât în betoane având clasa de rezistență la compresiune $\leq C12/15$.

Agregate recuperate

Agregatele recuperate din apa de spălare sau din betonul proaspăt pot să fie utilizate ca agregate pentru beton.

Proporția de agregate recuperate nesortate, adăugate nu trebuie să fie mai mare de 5% din cantitatea totală de agregate. Când sunt folosite cantități mai mari de 5%, acestea trebuie să fie de același tip cu agregatele primare utilizate în beton și trebuie sortate, separând pietrișul și nisipul, pentru a satisface cerințele din SR EN 12620.

Utilizarea apelor reciclate

Apele reciclate provenite din producția de beton trebuie utilizate în conformitate cu anexa A din SR EN 1008.

Utilizarea adaosurilor

Cantitățile de adaosuri tip I și tip II, pentru a putea fi utilizate în beton, trebuie să facă obiectul încercărilor inițiale (a se vedea anexa A din NE 012-1).

Adaosurile de tipul II, pot fi luate în considerație în compoziția betonului, cu respectarea conținutului de ciment și a raportului apă/ciment, și trebuie utilizate dacă aptitudinea lor de utilizare a fost stabilită.

Stabilirea aptitudinii de utilizare se poate face pe una din următoarele căi:

- pe baza unui acord tehnic european care se referă la utilizarea adaosurilor în beton conform SR EN 206-1;
- pe baza unui standard național corespondent sau de prescripții în vigoare la locul unde este utilizat betonul, care se referă în special la utilizarea adaosurilor în beton conform SR EN 206-1.

Utilizarea cenușilor ca adaosuri în betoane trebuie să se facă pe baza avizelor sanitare eliberate de organismele abilitate ale autorității de reglementare din domeniul sănătății și numai pe baza rezultatelor unor cercetări experimentale prin care să se

demonstreze comportarea betonului expus în anumite medii specifice în ceea ce privește caracteristicile de rezistență și durabilitate conform cerințelor SR EN 206-1 în condițiile formulate în anexa E din NE 012-1. De asemenea, betonul care conține cenușă trebuie să fie evaluat continuu datorită variațiilor adaosurilor, pe centre de colectare (CET-uri) de adaosuri.

Utilizarea aditivilor

Cantitatea totală de aditivi utilizați nu trebuie să depășească dozajul maxim recomandat, de producătorul de aditivi și nu trebuie să fie mai mare de 50 g aditiv (în stare de livrare) pe kg de ciment, în afară de cazul când s-a stabilit influența unui dozaj mai ridicat asupra performanțelor și durabilității betonului.

Aditivii utilizați în cantitate inferioară valorii de 2 g/kg ciment nu sunt admiși decât dispersați într-o parte din apa de amestec. Dacă cantitatea totală de aditiv lichid (în soluție), este superioară valorii de 3 l/m³ de beton, conținutul său de apă trebuie luat în considerație la calculul raportului apă/ciment.

Când sunt utilizați mai mulți aditivi, compatibilitatea lor trebuie verificată atunci când se efectuează încercările inițiale.

NOTĂ

Betoanele de consistență \geq S4; V4; C3 sau \geq F4 trebuie fabricate cu aditivi puternic reducători de apă sau cu superplastifianți.

Betoanele trebuie să fie preparate cu aditivi. Condițiile de utilizare a aditivilor sunt prezentate în tabelul 2a din NE012-1.

Tabel 2a

<i>Nr. crt.</i>	<i>Tip beton, tehnologie și condiții de turnare</i>	<i>Aditiv recomandat</i>	<i>Observații</i>
1	Betoane de rezistență având clasa cuprinsă între C 8 / 10 și C 30 / 37 inclusiv	Plastifiant	După caz : Superplastifiant
2	Betoane supuse la îngheț – dezgheț repetat	Antrenor de aer	
3	Betoane cu permeabilitate redusă	Reducător de apă / plastifiant	După caz : - intens reducător de apă/ superplastifiant - impermeabilizator
4	Betoane expuse în condiții de agresivitate intensă și foarte intensă	Reducător de apă / plastifiant	După caz : - intens reducător de apă/ superplastifiant - inhibitor de coroziune
5	Betoane executate monolit având clasa \geq C 35 / 45	Superplastifiant / intens reducător de apă	

6	Betoane fluide	superplastifiant	
7	Betoane masive Betoane turnate prin tehnologii speciale (autocompactante)	(Plastifiant) superplastifiant + întârzietor de priză	
8	Betoane turnate pe timp călduros	Intârzietor de priză + superplastifiant (Plastifiant)	
9	Betoane turnate pe timp friguros	Anti-îngheț + accelerator de priză	
10	Betoane cu rezistențe mari la termene scurte	Acceleratori de întărire fără cloruri	

Conținut de cloruri

Pentru conținutul maxim de cloruri al agregatelor se consideră următoarele limite:

- maximum 0,15 % pentru beton fără armătură sau alte piese metalice înglobate
- maximum 0,04 % pentru beton armat și cu piese metalice înglobate
- maximum 0,02 % pentru beton precomprimat.

Pentru cimentul CEM III conținutul de clor trebuie să fie de maximum 0,10 % pentru toate tipurile de betoane.

Conținutul de cloruri al unui beton, exprimat ca procent de masă al ionilor de clor față de masa cimentului, nu trebuie să depășească pentru clasa selecționată valorile date în tabelul 10.

Tabel 10

<i>Utilizarea betonului</i>	<i>Clasa de cloruri^a conținute</i>	<i>Conținutul maxim de Cl⁻ raportat la masa cimentului^b</i>
Beton care nu conține armături de oțel, sau alte piese metalice înglobate (cu excepția pieselor de ridicare rezistente la coroziune)	Cl 1,0	1,0%
Beton conținând armături de oțel sau piese metalice înglobate	Cl 0,20	0,20%
	Cl 0,40	0,40%
Beton conținând armături de precomprimare de oțel	Cl 0,10	0,10%
	Cl 0,20	0,20%

^aPentru o utilizare specifică a betonului, clasa de utilizare este în funcție de prevederile valabile pe locul de utilizare a betonului
^bCând sunt utilizate adaosuri de tip II și sunt luate în calculul conținutului de ciment, atunci conținutul de cloruri este exprimat ca procent din masa ionilor clor față de masa de ciment plus masa totală a adaosurilor care sunt luate în considerație.

Temperatura betonului

Temperatura betonului proaspăt nu trebuie să fie mai mică de 5° C în momentul livrării.

În general temperatura betonului proaspăt nu trebuie să depășească 30° C în cazul în care nu au fost luate măsuri speciale pentru a se asigura că depășirea temperaturii peste

30° C nu va avea consecințe negative asupra calității betonului întărit (de exemplu încercări prealabile prin utilizarea unui aditiv întârziator).

În cazul în care temperatura aerului este situată între + 5° C și – 3° C, temperatura betonului nu trebuie să fie mai mică de +5° C. În cazul în care dozajul de ciment este mai mic de 240 kg/m³ sau dacă se folosește ciment cu căldură de hidratare redusă (de exemplu de clasă 32,5 N) temperatura betonului trebuie să fie mai mare de +10° C la locul de punere în operă.

La temperaturi ale aerului mai mici de –3° C, temperatura betonului trebuie să fie mai mare de +10° C. Trebuie luate măsuri corespunzătoare de turnare pe timp friguros care constau în protejarea betonului împotriva înghețului. Este recomandată utilizarea cimenturilor cu degajare mare de căldură și / sau aditivi acceleratori de întărire și anti-îngheț.

Nu se recomandă punerea în operă a betonului la temperaturi ale aerului situate sub –10° C.

În cazul în care este necesară o altă cerință referitor la temperatura maximă sau minimă pentru betonul proaspăt, aceasta trebuie să fie specificată dând de asemenea și toleranțele. Toate cerințele de răcire sau de încălzire artificială a betonului trebuie stabilite de comun acord între producător și utilizator.

Cerințe pentru betonul proaspăt

Consistența

Consistența betonului trebuie determinată prin încercări prin una din metodele următoare:

- *încercarea de tasare, conform SR EN 12350-2;*
- *încercarea Vebe, conform SR EN 12350-3;*
- *determinarea gradului de compactare, conform SR EN 12350-4;*
- *încercarea cu masa de răspândire, conform SR EN 12350-5;*

Metodele de încercare recomandabile pentru măsurarea consistenței sunt metoda răspândirii (conform SR EN 12350-5) pentru betoanele fluide și metoda tasării (conform SR EN 12350-2) pentru betoanele vâtoase.

NOTĂ

Din rațiuni de lipsă de sensibilitate a metodelor de încercări, de la anumite valori, se recomandă de a utiliza încercările indicate mai sus numai pentru:

- *înălțime a tasării* $\geq 10 \text{ mm}$ și $\leq 210 \text{ mm}$;
- *timp de încercare Vebe* $\leq 30 \text{ s}$ și $> 5 \text{ s}$;
- *grad de compactare* $\geq 1,04$ și $< 1,46$;
- *diametru de răspândire* $> 340 \text{ mm}$ și $\leq 620 \text{ mm}$.

Dacă betonul este livrat într-un camion malaxor sau cuvă agitatoare, este posibil de a măsura consistența pe o probă prelevată la prima descărcare. Proba trebuie prelevată după o descărcare de aproximativ 0,3 m³, conform SR EN 12350-1.

Continut de ciment și raport apa/ciment

Pentru determinarea conținutului de ciment, de apă, sau de adaosuri, cantitatea de ciment, cantitatea de adaosuri și cantitatea de apă adăugată trebuie înregistrate pe imprimanta înregistratorului de amestecuri, sau când nu este utilizat înregistratorul, plecând de la registrul de producție coroborat cu instrucțiunile de cântărire.

Determinarea raportului apă/ciment din beton se face prin calcul pe baza conținutului de ciment determinat și a conținutului de apă.

Nici o valoare individuală a raportului apă/ciment nu trebuie să depășească cu mai mult de 0,02 valoarea limită specificată.

Când este necesară determinarea conținutului de ciment, a conținutului în adaosuri sau a raportului apă/ciment din betonul proaspăt, metodele de încercări și toleranțele aplicate, trebuie să facă obiectul unui acord între elaboratorul de specificație și producător.

NOTA

A se vedea Raportul Tehnic CEN CR 13902 "Metoda de încercări pentru determinarea raportului apă/ciment din betonul proaspăt".

Continut de aer

Conținutul de aer al betonului trebuie determinat, prin măsurare conform SR EN 12350-7, pentru beton de masă volumică normală și beton greu și conform cu ASTM C 173, pentru beton ușor.

Conținutul de aer antrenat este prescris printr-o valoare minimă. Limita superioară pentru conținutul de aer este valoarea minimă specifică plus 4% în valoare absolută.

Valorile minime ale aerului antrenat sunt prezentate în tabelul 3a în funcție de dimensiunea maximă a agregatelor.

Tabel 3a

<i>Dimensiunea maximă a agregatelor (mm)</i>	<i>Aer antrenat (% volum) valori medii</i>	<i>Aer antrenat (% volum) valori individuale</i>
8	≥ 6,0	≥ 5,5
16	≥ 5,5	≥ 5,0
22	≥ 5,0	≥ 4,5
32	≥ 4,5	≥ 4,0
63	≥ 4,0	≥ 3,5

Dimensiunea maximă a agregatelor

Dimensiunea nominală maximă a agregatelor se determină pe beton proaspăt, aceasta trebuie măsurată conform SR EN 933-1. Dimensiunea maximă a agregatului cum este definită în SR EN 12620 nu trebuie să fie superioară celei specificate.

Cerințe pentru betonul întărit

Rezistența

Rezistența se determină, pe baza încercărilor efectuate pe cuburi de 150 mm sau pe cilindri de 150 mm / 300 mm conform SR EN 12390-1, confecționate și conservate conform SR EN 12390-2, din probele prelevate conform SR EN 12350-1.

Rezistența la compresiune

Rezistența la compresiune trebuie determinată, și este simbolizată $f_{c,cub}$, când este determinată pe epruvete cubice și este simbolizată $f_{c,cil}$ când este determinată pe epruvete cilindrice conform SR EN 12390-3.

Alegerea încercărilor pe cub sau pe cilindri pentru evaluarea rezistenței, trebuie declarată la timp de producător, înainte de livrare.

Dacă nu există prevederi contrarii, rezistența la compresiune se determină pe epruvete încercate la 28 zile. Pentru anumite utilizări poate fi necesar de a specifica

rezistența la compresiune la termene mai scurte sau mai lungi de 28 zile (de exemplu elemente structurale masive), sau după conservare în condiții speciale (de exemplu, tratamentul termic).

Rezistența caracteristică a betonului trebuie să fie egală sau superioară rezistenței la compresiune caracteristice minime, pentru clasa de rezistență specificată (a se vedea tabelele 7 și 8).

Când este probabil ca încercările de rezistență la compresiune să dea valori nereprezentative, de exemplu betonul având clasa de consistență CO, mai vârtos decât S1, sau betonul vacuumat, atunci metoda de încercare trebuie modificată sau rezistența la compresiune poate fi evaluată în structura existentă sau în elemente de structură.

Este indicat ca evaluarea rezistenței în structuri sau în elemente de structură să se bazeze pe SR EN 13791.

Rezistența la tracțiune prin despicare

Rezistența la tracțiune prin despicare a betonului se determină prin încercări conform SR EN 12390-6. Dacă nu există prevederi contrare, rezistența la tracțiune se determină pe epruvete la 28 zile.

Rezistența caracteristică la tracțiune prin despicare a betonului, trebuie să fie egală sau superioară rezistenței caracteristice la tracțiune prin despicare specificate.

Rezistența la încovoiere

Dacă trebuie să se determine rezistența la încovoiere, se poate utiliza același mod de lucru. În acest caz, standardul adecvat de încercare este SR EN 12390-5.

Masa volumică

După masa volumică uscată, betonul este definit ca:

- *normal* $m_v = (2000-2600) \text{ kg/m}^3$;
- *Ușor* $m_v = (800-2000) \text{ kg/m}^3$;
- *Greu* $m_v > 2600 \text{ kg/m}^3$.

Masa volumică a betonului după uscare în etuvă este determinată conform SR EN 12390-7.

Rezistența la penetrarea apei

În cazul în care trebuie specificată rezistența la penetrarea apei, metoda și criteriile de conformitate trebuie să facă obiectul unui acord între beneficiar și producător.

Rezistența la uzură

În cazul în care betonul trebuie să prezinte rezistență la uzură, cerințele referitoare la clasa de rezistență minimă, dozajul de ciment, raportul A/C maxim trebuie să fie cele corespunzătoare claselor XM1, XM2 și XM3 în conformitate cu punctul 5.3.2 din EN 012-1.

Trebuie să se utilizeze agregate rezistente la uzură, verificările fiind efectuate conform SR EN 1097-1 și SR EN 1097-2.

PUNEREA ÎN OPERA A BETONULUI

Prevederi generale

Punerea în operă a betonului va fi condusă nemijlocit de conducătorul tehnic al punctului de lucru, care are următoarele obligații:

- să aprobe începerea turnării betonului pe baza verificării directe a următoarelor:
- starea cofrajelor și/sau a gropilor sau terasamentelor în care se toarnă betonul: verificare efectuată conform subcap. 7.4 și 7.5.3 din NE 012-2;
- starea armăturii: verificare efectuată conform subcap. 8.5 din NE 012-2;
- starea tecilor/tevilor montate pentru realizarea canalelor pentru armătura pretensionată, dacă este cazul: verificare efectuată conform pct. 9.6.13 din NE 012-2;
- starea pieselor înglobate în beton: verificare efectuată conform pct. 10.4 din NE 012-2.

• starea rosturilor de turnare, dacă este cazul;

• să verifice comanda pentru beton (la furnizori externi sau la statia proprie de preparare) având în vedere:

- prevederile de la pct. 11.1.3 din NE 012-2;
- planificarea livrărilor;
- eventuale alte conditii;
- să verifice faptul că sunt asigurate condițiile corepunzătoare pentru transportul betonului la locul de punere în operă, precum și mijloacele, facilitățile și personalul pentru punerea în operă a betonului, inclusiv cele necesare în caz de situații neprevăzute;
- să cunoască și să supravegheze modul de turnare și compactare a betonului (cu respectarea prevederilor privind rosturile de turnare), precum și prelevarea de probe pentru încercările pe beton proaspăt și beton întărit, cu întocmirea unei proceduri de punere în operă, dacă este cazul.

Aprobarea începerii turnării betonului trebuie să fie reconfirmată pe baza unor noi verificări, în cazul în care au trecut 7 zile fără a începe turnarea sau au intervenit evenimente de natură să modifice situația constatată la data aprobării.

Sunt necesare măsuri speciale, determinate de temperatura mediului ambiant în timpul turnării și întăririi betonului, astfel:

• în general se recomandă ca temperatura betonului proaspăt, înainte de turnare, să fie cuprinsă între 5° C și 30° C;

• în condițiile în care temperatura mediului în momentul turnării sau în timpul perioadei de întărire scade sub 5° C, se aplică prevederile de la art.5.2.8. din NE 012-1. Pământul, piatra, susținerile sau elementele structurale în contact cu betonul ce urmează a fi turnat trebuie să aibă o temperatură care să nu provoace înghețarea betonului înainte ca acesta să atingă rezistența necesară pentru a rezista la efectele înghețului;

• în cazul în care temperatura mediului depășește 30° C în momentul turnării sau în timpul perioadei de întărire sunt necesare măsuri suplimentare precum: stabilirea de către un institut de specialitate sau un laborator autorizat a unei tehnologii adecvate de preparare, transport, punere în operă și tratare a betonului și utilizarea unor aditivi întârziatori de priză eficienți.

Specificarea privind betonul, prevăzută în proiect, pentru comanda la furnizori sau pentru preparare în stații proprii, se face în conformitate cu prevederile NE 012-1, având în vedere și eventuale alte condiții precizate în proiect.

Este obligatorie verificarea betonului la locul de turnare, pe probe, conform prevederilor din anexa H din NE 012-2.

Epruvetele confectionate vor fi păstrate astfel:

• epruvetele pentru verificarea clasei betonului pus în operă se păstrează în condițiile standard;

•epruvetele de control pentru verificarea rezistentelor la compresiune la termene intermediare se păstrează în condiții similare betonului pus în operă;

•epruvetele pentru determinarea altor caracteristici ale betonului, dacă este cazul, se păstrează în condițiile prevăzute în standardele de încercare aplicabile.

Pentru betoanele puse în operă, pentru fiecare construcție, trebuie ținută, la zi, condica de betoane, care trebuie să cuprindă cel puțin următoarele:

•datele privind bonurile de livrare sau documentele echivalente în cazul producerii betonului de către executant;

•locul unde a fost pus betonul în operă în lucrare;

•ora începerii și terminării turnării betonului;

•temperatura betonului proaspăt;

•probele de beton prelevate și epruvetele turnate, modul de identificare a acestora și rezultatele obținute la încercarea lor;

•măsurile adoptate pentru protecția betonului proaspăt turnat;

•eventualele evenimente intervenite (întreruperea turnării, intemperii etc.);

•temperatura mediului ambiant;

•personalul care a supravegheat turnarea și compactarea betonului.

Datele din condica de betoane trebuie să asigure trasabilitatea betonului, de la prepararea acestuia și până la punerea lui în operă.

Livrarea betonului proaspăt

Informații de la utilizatorul betonului pentru producător

Utilizatorul trebuie să se pună de acord cu producătorul asupra:

•datei, orei și ritmului livrării;

și dacă este necesar, să informeze producătorul asupra:

•distanțelor de transport;

•gabaritului, accesului, transporturilor speciale pe șantier;

•metodelor speciale (utilizate) de punere în operă (inclusiv prin pompare);

•volumului betonierelor pentru a se putea respecta programul de punere în opera a betonului;

•limitărilor asupra tipului de vehicule de livrare; exemplu de tip: echipament cu sau fără agitare, dimensiuni, înălțime sau greutate totală.

Informații de la producătorul de beton pentru utilizator

Utilizatorul poate să ceară, când emite comanda, informații privind compoziția betonului, ca să poată pune în operă corect betonul proaspăt, să-i aplice metoda de tratare adecvată și să evalueze evoluția rezistenței.

Astfel de informații trebuie furnizate, la cerere, de producător înainte de livrarea.

Informațiile următoare trebuie furnizate pentru betoanele cu performanțe specificate la cerere:

•tipul și clasa de rezistență a cimentului și tipul de agregate;

•tipul de aditivi, tipul și conținutul aproximativ de adaosuri, dacă este cazul;

•raport apă/ciment specificat;

•rezultatele încercărilor efectuate recent, pentru acest beton, de exemplu: cele de control, al producției sau încercări inițiale;

•evoluția rezistenței;

•sursa materialelor componente.

•pentru betonul în care se adaugă aditiv pe șantier: clasa de consistență sau consistența prevăzută înainte și după adăugarea aditivului.

În cazul betonului gata de utilizare, informațiile pot de asemenea să fie furnizate, când ele sunt cerute, prin referință la, catalogul de compoziții de beton al producătorului unde se găsesc informații detaliate referitor la clasele de rezistență, clasele de consistență, greutatea amestecurilor și alte date utile.

Pentru determinarea duratei de tratare, informațiile referitoare la evoluția rezistenței betonului pot să fie prezentate sub forma unor date conform tabelului 12, sau sub forma unei curbe de evoluție a rezistenței la 20⁰ C între 2 zile și 28 zile.

Date informative sunt prezentate în anexa M din NE 012-1.

Tabel 12

<i>Evoluția rezistenței</i>	<i>Estimarea raportului rezistențelor</i> f_{cm2}/f_{cm28}
Rapidă	≥ 0,5
Medie	≥ 0,3 și <0,5
Lentă	≥ 0,15 și <0,3
Foarte lentă	<0,15

Raportul rezistențelor indică evoluția rezistenței, corespunzătoare raportului între rezistența medie la compresiune la 2 zile (f_{cm2}) și rezistența medie la compresiune la 28 zile (f_{cm28}), determinate prin încercările inițiale sau pe baza performanțelor cunoscute ale unui beton având compoziție comparabilă. Pentru aceste încercări inițiale, epruvetele destinate determinării rezistenței trebuie prelevate, confecționate, conservate și încercate conform SR EN 12350-1 și SR EN 12390-1; SR EN 12390-2 și SR EN 12390-3. Producătorul trebuie să informeze utilizatorul despre riscurile de sănătate la care se expune manipulând betonul proaspăt, în conformitate cu prevederile legale în vigoare.

Consistența la livrare

Adaosul de apă este interzis la livrare. În cazuri speciale, aditivii pot fi adăugați, această acțiune fiind în responsabilitatea producătorului, în vederea aducerii consistenței la valoarea specificată, sub rezerva că valorile limită permise prin specificație nu sunt depășite și că această adăugare de aditiv este prevăzută prin proiectarea compoziției betonului. Toată cantitatea suplimentară de aditivi din camionul malaxor trebuie înregistrată în bonul de livrare, în toate cazurile. Pentru re-amestecare, a se vedea punctul 9.8 din NE 012-1.

Transportul la santier si receptia betonului proaspăt

Producătorul de beton trebuie să menționeze pe bonul de livrare durata maximă de transport pentru care nu se modifică performanțele și caracteristicile betonului comandat.

Transportul betonului proaspăt va fi efectuat cu luarea măsurilor necesare pentru menținerea caracteristicilor acestuia în stare proaspătă, precum și pentru prevenirea segregării, pierderii componentilor sau contaminării betonului. Mijloacele de transport trebuie să fie etanșe, pentru a nu permite pierderea laptelui de ciment.

Recepția betonului proaspăt livrat pe șantier se efectuează pe baza bonului (documentului) de livrare, a examinării vizuale a stării betonului proaspăt și a verificărilor caracteristicilor acestuia prin încercări, conform prevederilor din anexa H a normativului NE 012-2.

În cazul betonului preparat lângă locul de punere în operă, examinarea vizuală și verificarea caracteristicilor se efectuează ca pentru betonul proaspăt livrat pe șantier.

Datele privind livrarea betonului proaspăt, inclusiv cel preparat în stații proprii sau pe șantier, vor fi înregistrate în condica de betoane.

Turnarea și compactarea betonului

Condiții pentru turnarea betonului

Executarea lucrărilor de betonare nu poate să înceapă dacă nu este verificată îndeplinirea, în detaliu, a următoarelor condiții prealabile:

- intocmirea procedurii pentru punerea în opera a betonului (planul de turnare) pentru obiectul în cauză și acceptarea acestuia de către investitor;
- asigurarea livrării sau prepararea betonului în mod corespunzător;
- sunt stabilite și instruite formațiile de lucru în ceea ce privește tehnologia de execuție și măsurile privind igiena, protecția muncii și PSI;
- au fost recepționate calitativ lucrările de sapatură, cofraje și armături (după caz).

Betonul trebuie să fie pus în lucrare imediat după aducerea lui la locul de turnare, fără a-i afecta caracteristicile.

Se recomandă ca temperatura betonului proaspăt la începerea turnării să fie cuprinsă între (5-30)°C. În perioada de timp friguros se vor lua măsuri de protecție astfel încât betonul recent decroșat să se mențină la o temperatură de (10-15)°C timp de minim 3 zile de la turnare.

Betonul trebuie turnat și compactat astfel încât să se asigure că întreaga armătură și piesele înglobate sunt acoperite în mod adecvat, în intervalul toleranțelor acoperirii cu beton compactat și că betonul va atinge rezistența și durabilitatea prevăzute.

Trebuie realizată o compactare adecvată în zonele de variație a secțiunii transversale, în secțiunile înguste, în nișe, în secțiunile cu aglomerare de armătură și la nodurile dintre elementele structurilor.

Viteza de turnare și compactare trebuie să fie suficient de mare pentru a evita formarea rosturilor de turnare și suficient de redusă pentru a evita tasările sau supraîncărcarea cofrajelor și susținerilor acestora.

Rostul de turnare se poate forma în timpul turnării dacă betonul din stratul anterior se întărește înainte de turnarea și compactarea următorului strat de beton.

Pot fi stabilite condiții suplimentare de execuție a lucrărilor cu privire la metoda și viteza de turnare, în cazul în care există prevederi suplimentare pentru finisarea suprafeței.

Trebuie evitată segregarea în timpul turnării și compactării betonului.

Pe durata turnării și compactării, betonul trebuie să fie protejat împotriva radiației solare nefavorabile, vânturilor puternice, înghețului, apei, ploii și zăpezii.

În anexa G din NE 012-2 sunt cuprinse prevederi privind punerea în operă a betonului: cu agregate ușoare, autocompactant, ciclopian, aplicat prin torcretare, turnat în cofraje glisante sau turnat sub apă.

Betonul trebuie să fie pus în lucrare imediat după aducerea lui la locul de turnare, fără a-i afecta caracteristicile.

Reguli generale de betonare

La turnarea betonului trebuie respectate câteva reguli generale:

- cofrajele din lemn, betonul vechi sau zidăriile - care sunt în contact cu betonul proaspăt - trebuie să fie udate cu apă atât cu 2...3 ore înainte cât și imediat înainte de turnarea betonului, dar apa rămasă în denivelări trebuie să fie înlăturată;*
- descărcarea betonului din mijlocul de transport, se face în bene, pompe, benzi transportoare, jgheaburi sau direct în cofraj;*

•refuzarea betonului adus la locul de turnare și interzicerea punerii lui în operă, în condițiile în care nu se încadrează în limitele de consistență prevăzute sau prezintă segregări; se admite îmbunătățirea consistenței numai prin utilizarea unui aditiv superplastifiant cu respectarea prevederilor aplicabile din NE 012-1;

•înălțimea de cădere liberă a betonului nu trebuie să fie mai mare de 3,0 m în cazul elementelor cu lățime de maximum 1,0 m și 1,5 m în celelalte cazuri, inclusiv elemente de suprafață (plăci, fundatii etc.);

•turnarea betonului în elemente cofrate pe înălțimi mai mari de 3,0 m se face prin ferestre laterale sau prin intermediul unui furtun sau tub (alcătuit din tronsoane de formă tronconică), având capătul inferior situat la maximum 1,5 m de zona care se betonează;

•răspândirea uniformă a betonului în lungul elementului, urmărindu-se realizarea de straturi orizontale de maximum 50 cm înălțime și turnarea noului strat înainte de începerea prizei betonului turnat anterior (a se vedea și pct. 11.3.10. din NE 012-2);

•corectarea poziției armăturilor în timpul turnării, în condițiile în care se produce deformarea sau deplasarea acestora față de poziția prevăzută în proiect (îndeosebi pentru armăturile dispuse la partea superioară a plăcilor în consolă);

•urmărirea atentă a înglobării complete în beton a armăturii, cu respectarea grosimii acoperirii, în conformitate cu prevederile proiectului și ale reglementărilor tehnice în vigoare;

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

•urmărirea atentă a umplerii complete a secțiunii în zonele cu armături dese, prin îndesarea laterală a betonului cu ajutorul unor șipci sau vergele de oțel, concomitent cu vibrarea lui; în cazul în care aceste măsuri nu sunt eficiente, trebuie create posibilități de acces lateral, prin spații care să permită pătrunderea vibratorului în beton;

•luarea de măsuri operative de remediere în cazul unor deplasări sau cedări ale poziției inițiale a cofrajelor și susținerilor acestora;

•asigurarea desfășurării circulației lucrătorilor și mijloacelor de transport în timpul turnării pe podine astfel rezemate, încât să nu modifice poziția armăturii; este interzisă circulația directă pe armături sau pe zonele cu beton proaspăt;

•turnarea se face continuu, până la rosturile de lucru prevăzute în proiect sau în procedura de executare;

•durata maximă admisă a întreruperilor de turnare, pentru care nu este necesară luarea unor măsuri speciale la reluarea turnării, nu trebuie să depășească timpul de începere a prizei betonului; în lipsa unor determinări de laborator, aceasta se consideră de 2 ore de la prepararea betonului, în cazul cimenturilor cu adaosuri și 1,5 oră în cazul cimenturilor fără adaosuri;

•reluarea turnării, în cazul când s-a produs o întrerupere de turnare de durată mai mare, numai după pregătirea suprafețelor rosturilor, conform subcap.11.5 din NE 012-2;

•permiterea instalării podinilor pentru circulația lucrătorilor și mijloacelor de transport local al betonului pe planșeele betonate, precum și depozitarea pe acestea a unor schele, cofraje sau armături este permisă numai după 24 ... 48 ore, în funcție de temperatura mediului și de tipul de ciment utilizat (de exemplu 24 ore, dacă temperatura este de peste 20° C și se folosește ciment de tip I, având clasa mai mare de 32,5).

Compactarea betonului trebuie realizată după cum urmează:

•betonul trebuie astfel compactat încât să conțină o cantitate minimă de aer occlus;

•compactarea betonului este obligatorie și se poate face prin diferite procedee, în funcție de consistența betonului, tipul elementului etc.;

•în afara cazului în care se stabilește o altă metodă, compactarea se efectuează cu vibrator de interior. Se admite compactarea manuală (cu maiul, vergele sau șipci, în paralel, după caz, cu ciocănirea cofrajelor) în următoarele cazuri:

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

•întreruperea funcționării vibratorului din diferite motive, caz în care punerea în operă trebuie să continue până la poziția corespunzătoare unui rost;

•este prevăzută prin reglementări speciale (beton fluid, beton monogranular, beton autocompactant);

•vibrarea se utilizează ca metodă de compactare și nu ca metodă de deplasare a betonului pe distanțe lungi, sau de prelungire a duratei de așteptare pe șantier înainte de turnare;

•vibrarea cu vibratoare de adâncime sau de suprafață se aplică sistematic după turnare până la eliminarea aerului occlus. Se evită vibrațiile excesive care pot conduce la slăbirea rezistenței suprafeței sau la apariția segregării;

•în mod normal, se recomandă ca grosimea stratului de beton turnat să fie mai mică decât înălțimea tijei vibratoare, asigurându-se sistematic vibrarea și revibrarea suprafeței stratului anterior;

•în cazul în care structura conține cofraje pierdute, trebuie luată în considerare absorbția de energie a acestora, la selectarea metodei de compactare și la stabilirea consistenței betonului;

•în secțiuni cu grosimi mari, reluarea compactării stratului de suprafață este recomandată pentru compensarea tasării plastice a betonului situat sub primul rând de armături orizontale;

•când se utilizează numai vibratoare de suprafață, stratul de beton după compactare nu trebuie, în mod normal, să depășească 100mm, în afara cazului în care se demonstrează prin turnări de probă că sunt acceptabile grosimi mai mari. Pentru a obține o compactare corespunzătoare, poate fi uneori necesară o vibrație suplimentară la margini;

•în timpul compactării betonului proaspăt, trebuie evitată deplasarea armăturilor și/sau a cofrajelor;

•betonul se compactează numai atât timp cât este lucrabil.

Alte prevederi suplimentare de care trebuie să se țină seama la turnarea betonului sunt prezentate în capitolele 11.3.11 – 11.3.14 din normativul NE 012-2.

Finisarea suprafeței prin netezire cu rigla sau mistria se efectuează la intervale și într-o manieră care să permită obținerea finisării specificate.

La finisarea suprafeței nu trebuie să rămână lapte de ciment.

În timpul finisării nu se adaugă apă, ciment, agenți de întărire a suprafeței sau alte materiale, decât în cazul în care se specifică altfel.

Elementele de construcții pot fi decofrate atunci când betonul a atins o anumită rezistență care este prezentă în documentația de execuție ținând cont de prevederile normativului NE 012-2.

EXECUTAREA ROSTURILOR ÎN SISTEMUL COFRAJE FIXE

Pentru a evita apariția fisurilor și crăpăturilor datorită variațiilor de temperaturi și umiditate, tasărilor inegale și pentru necesități de construcție, rosturile din beton se execută cu rosturi longitudinale și transversale care le împart în dale.

Rosturile, atât cele transversale cât și cele longitudinale pot fi de:

- contact (constructie);
- dilatatie;
- contractie.

Executarea rosturilor de contact

Rosturile de contact transversale se realizeaza pe toata latimea si grosimea dalei, cand se intrerupe turnarea betonului, la sfarsitul zilei de lucru sau in cazul intreruperilor accidentale si se vor executa astfel:

- in sectiune transversala unde apare rostul, se monteaza un dulap de lemn avand lungimea egala cu distanta intre longrine si latimea egala cu inaltimea imbracamintei fixat cu ajutorul tarusilor metalici batuti in fundatie;
- la reluarea betonarii se scot tarusii metalici si dulapul, se aplica pe suprafata laterala a imbracamintei o pelicula de emulsie bituminoasa prin stropire de doua ori, sau se pune o fasie de carton bitumat;

Rosturile de contact longitudinale se realizeaza intre benzile de beton pe toata grosimea dalei, fiind prevazut cu ancore de otel beton OB 37, cu diametrul de 10 mm si 1 m lungime (prevazute cu ciocuri) asezate la jumatatea grosimii dalei la distanta de 1 m una fata de alta. In acelasi mod se realizeaza si rostul longitudinal dintre dala normala si supralargiri sau cel dintre benzile laterale ale pistelor sau cailor de rulare aeroportuare si acostamentele acestora, cu precizarea ca in acest caz ancorele se vor aseza la jumatatea grosimii dalelor din aceste acostamente.

Fac exceptie platformele cu panta sub 2 % unde armarea nu este necesara.

la platforme, la partea superioara a rostului se va crea prin taiere (la max. 24 ore de la turnarea dalei) un lacas de 8...10 mm latime si de 30 mm adancime care va fi colmatat la „cald” sau la „rece” cu produse speciale de etansare.

Executarea rosturile de contractie

Rosturile de contractie sunt rosturi aparente, care separa betonul numai in partea superioara a imbracamintei. Prin micșorarea sectiunii dalei se asigura ulterior fisurarea in continuare a intregii sectiuni in dreptul rostului.

Rosturile de contractie transversala se executa pe toata latimea imbracamintei, in linie continua, inclinate la 1/6 sau perpendicular pe axa dalelor, la distanta intre 4...6 m modulata dupa o secventa determinata prin proiect (de exemplu 4 – 5 - 4 m; 5 – 4 - 5 m; 5 – 6 - 5 m) si pe o adancime de 1/4...1/5 din grosimea dalei la imbracamintile executate intr-un singur strat sau pe 1/3 ... 1/4 din grosimea dalei, cand imbracamintei este executata in doua straturi, cu ajutorul masinii de taiat rosturi echipata cu doua discuri diamantate concentrice alaturate, de diametre diferite sau cu un singur disc avand grosimea de 8 mm.

Taierea betonului intarit se va executa imediat ce betonul permite, intr-un interval de timp de 6...24 ore de la punerea in opera a betonului, conform tabelului 4.

Tabelul 4

Tip ciment	Temperatura aerului		
	5...13 ^o C	13...22 ^o C	22...30 ^o C
CEM I 42,5 R, CEM I 32,5 R	12...24ore	8...12ore	6...8ore
CD 40, CEM I 42,5 N	18...24ore	10...18ore	8...10ore

Rosturile de contractie longitudinala se executa in cazul cand banda de beton se toarna cu o latime mai mare de 5,0 m realizandu-se pe axa acesteia.

Rosturile de contractie longitudinala se vor executa prin taiere in betonul intarit, cu aceleasi dimensiuni ca si rosturile de contractie transversala. Rosturile se vor taia dupa terminarea taierii tuturor rosturilor de contractie transversala.

RECEPTIA LUCRARILOR

Receptia lucrărilor de punere în operă a betonului se efectuează, pentru elemente sau părți de construcție, dacă este prevăzută în proiect sau stabilită de beneficiar, după decodarea elementelor sau părților de construcție respective.

Această receptie are la bază:

- *proiectul lucrării;*
- *documentele privind calitatea betonului proaspăt livrat și condica de betoane;*
- *verificarea existenței corpurilor de probă, conform anexei H, tabelul H1 din normativul NE012-2, și a trasabilității acestora;*
- *evaluarea stării betonului, prin sondaj, prin examinare vizuală directă, mai ales în zonele deosebite (înguste și înalte, în apropierea intersecțiilor de suprafețe orientate diferit etc.);*
- *măsurarea dimensiunilor (ale secțiunilor, ale golurilor etc.) și a distanțelor (poziția relativă a elementelor, a pieselor înglobate, a golurilor etc.), prin sondaj.*

La această receptie participă reprezentantul investitorului și este invitat proiectantul, în urma verificărilor încheindu-se un proces verbal de receptie calitativă.

În cazurile în care se constată neconformități (la dimensiuni, pozitii, armături aparente etc.), defecte (segregări, rosturi vizibile etc.) sau degradări (fisuri, porțiuni dislocate etc.), se procedează la îndesirea verificărilor prin sondaj, până la verificarea întregii suprafețe vizibile, consemnând în procesul verbal toate constatările făcute.

Remedierea neconformităților, defectelor și/sau degradărilor nu se va efectua decât pe baza acordului proiectantului, care trebuie să stabilească soluții pentru fiecare categorie dintre acestea.

Intocmit:

Ing. Florin TRIFAN

